

G r u n d l e h r e n
der
Anatomie und Physiologie
der
P l a n z e n.

Von

D. H. F. L i n k

Professor zu Rostock und verschiedener Gelehrten
Gesellschaften Mitgliede.

Mit 3 Kupfertafeln.

Göttingen,
bey Justus Friedrich Danckwerts,

1 8 0 7.

G r u n d l e h r e n
der
Anatomie und Physiologie
der
P l a n z e n.

Von

D. H. F. L i n k

Professor zu Rostock und verschiedener Gelehrten
Gesellschaften Mitglieder.

Mit 3 Kupfertafeln.

Göttingen,
bey Justus Friedrich Danckwerts,

1 8 0 7.

G r u n d r i s s

der

Anatomie und Physiologie

des

P a r a z e l s

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Von

D. H. F. I.

Verlegt bei J. G. Cotta'schen Buchhandlung
in Leipzig

Mit 3 Tafeln

Preis 1 Thlr.

Leipzig, 1821

1821

V o r r e d e.

Die Königliche Societät der Wissenschaften zu Göttingen gab im Jahre 1804 eine Preisfrage über die Gefäße der Pflanzen auf. Da ich mich eben mit der Anatomie der Pflanzen beschäftigte, so fandte ich eine Abhandlung darüber ein. Mein Freund, der Herr Professor Rudolphi in Greifswalde, ebenfalls damit beschäftigt, that ein Gleiches, und der Preis wurde zwischen uns beiden getheilt. Die Königl. Societät erlaubte uns, von unsern Abhandlungen einen beliebigen Gebrauch zu machen, und ich übergebe jetzt jene ursprünglich lateinisch geschriebene Preisschrift frey übersetzt

letzt und vermehrt dem Publicum. Von dem dritten Kapitel des zweiten Abschnittes an ist alles hinzugekommen, bis dahin aber habe ich nur einige chemische Untersuchungen, Bemerkungen über die sogenannten kryptoganischen Pflanzen, und Rücksichten auf Herrn D. Treviranus Schrift, welche bey derselben Gelegenheit das Accessit erhielt, zugesetzt. Ich wünsche, daß durch unsere Abhandlungen über diesen dunkelen Gegenstand einiges Licht verbreitet, und der Zweck der Königl. Societät erfüllt seyn möge.

E i n l e i t u n g.

Die Anatomie der Pflanzen unterscheidet sich dadurch wesentlich von der Anatomie der Thiere, dass sie bloß die feinern Theile untersucht, woraus alle übrigen zusammengewebt sind, da hingegen die letztere sich auch mit den größern Theilen beschäftigt. Die Thiere haben viele und zwar die wichtigsten, zur Erhaltung des Lebens durchaus nothwendigen Theile, in Höhlungen ihres Körpers verborgen, wo man sie durch Hülfe der Anatomie erst auffuchen muß, die Pflanzen legen solche Theile dem Beobachter äußerlich zur Untersuchung dar. Es ist ein Gesetz, dass in der Reihe der organischen Naturkörper, immer eine größere Einfach-

A

fach-

fachheit dadurch entsteht, daß Theile fehlen, aber die zurückgebliebenen Theile sind dann offener, ausgezeichneteter und deutlicher dargelegt; ein Gesetz, welches wir auch in dem Pflanzenreiche bestätigt finden werden.

Ohne Zweifel war auch der Umstand, daß die Pflanze ihre wesentlichen Theile weniger verbirgt, die Ursache, warum die Anatomie der Pflanzen weniger als die Anatomie der Thiere bearbeitet wurde. Man hielt sie aus demselben Grunde für weniger nützlich, als die Anatomie der Thiere. Es ist nicht nöthig, hier den Nutzen der Pflanzenanatomie zu beweisen; wir müssen, um einen Schritt weiter zur Vollendung unserer Kenntnisse zu thun, den Versuch mit ihr machen, und wir werden dann sehen, ob die feinere Zergliederung unsere Kenntnisse von den Pflanzen wesentlich vermehrt.

Außer dem anatomischen Messer verlangt diese Untersuchung noch ein unentbehrliches Hülfsmittel, das zusammengesetzte Mikroskop. Wer es verwirft, will, um Täuschung zu vermeiden, gar nicht sehen,
er

er will sich nicht bewegen, damit er nicht falle. Es ist nothwendig, sich an ein Mikroskop zu gewöhnen, weil man auch hier, wie in der Kindheit mit bloßen Augen, sehen lernen muß; ein Anfänger macht immer Entdeckungen, welche bald verschwinden. Zu starke Vergrößerungen werden undeutlich; ich habe mich in der Regel eines Objectivglases bedient, welches die Gegenstände im Durchmesser 180mal vergrößert. Man muß die zartesten Schnitte, mit einem feinen, äußerst scharfen Messer gemacht, untersuchen, und sie oft, damit sie nicht austrocknen, mit einem Tröpfchen Wasser bedecken. Mein Mikroskop war übrigens ein Hoffmannisches mit sechs Linsen.

Eine Abbildung der Gegenstände wird durchaus erfordert, aber sie darf nicht deutlicher nicht größer seyn, als man den Gegenstand wirklich gesehen hat. Die Deutlichkeit, die GröÙe mancher Abbildungen bringt eine falsche Ansicht hervor, von der man sich nicht befreyen kann, wenn man die Sache selbst nachsuchen will.

Außer der Zerschneidung und Darlegung liefert die Chemie noch manche Mittel, die Gegenstände zu erkennen. Sie zeigt uns innere Verschiedenheiten, wo keine äussere, oder diese nur undeutlich vorhanden sind, und man darf ihre Hülfe nicht verschmähen. Kurz alle Mittel, zu feinen Unterscheidungen zu gelangen, sind in der Anatomie der Pflanzen anzuwenden.

Anatomie der Pflanzen ist also Untersuchung der feinem Theile, woraus die grössern Theile, oder vielmehr die Glieder bestehen. Wir betrachten die letztere nur in Rücksicht auf die feinem Theile. Es gehört zur allgemeinen Pflanzenkunde, sie nach ihren Verschiedenheiten zu bezeichnen. Doch würde die allgemeine Botanik einfacher und bestimmter werden, wenn sie die mannichfaltigen Formenbestimmungen, oder die Kunstwörter, welche auf alle Naturkörper anzuwenden sind, auch der allgemeinen Naturkunde überliesse.

Die Physiologie der Pflanzen kann ihre Grundsätze nur von der allgemeinen Physiolo-

siologie der organischen Körper hernehmen. Sie ist daher nur eine angewendete, besonders auf das, was die Anatomie dargestellt hat, angewendete Lehre, und kann also von ihr nicht rein und schneidend getrennt werden. Es ist gut, die Grenzen der Wissenschaften scharf zu ziehen, aber es ist auch gut, sie da mit einander zu verknüpfen, wo sie einander Hülfe leisten können.

Ich bin überall den Weg der Erfahrung gegangen; wenigstens habe ich mich bemüht, überall Beobachtung und Versuch zu Rath zu ziehen. Dieses Verfahren ist schwer, und ich werde daher, wenn ich mich irre, Entschuldigung hoffen dürfen. Die Speculation, welche alles auf eine Einheit bringen will, hat ihren Werth zur Erfindung der Gesetze und Regeln, aber sie hat ihn auch nur, wenn sie auf die Einheit zurückführen will, nicht, wenn sie die Gegenstände aus ihr hervorgehen läßt. Sie liefert uns im letztern Falle nur allgemeine Beziehungen, oberflächliche Beschauungen, welche nie die unerschöpfliche Fülle der Wirklichkeit erreichen. Sie zeichnet uns Hieroglyphen statt der wirklichen Welt

Welt. Meine Meinung darüber habe ich in meiner Schrift über Naturphilosophie geäußert.

Die Physik, da, wo sie sich mit den todten Körpern beschäftigt, und sie als solche, bloß in Rücksicht auf den Raum, worin sie sich gegen einander befinden, abhandelt, geht einen eingeschränkten, aber sichern Weg. Sobald aber von einem lebenden Körper die Rede ist, vergleichen wir ihn mit unserm eignen lebendigen Innern, und dann erscheint unter manchen andern Bestimmungen, die Willkür. Wie werden wir solche vermeiden, um zu festen Bestimmungen zu gelangen? Ich sehe Theorien vor mir, die von einer unzeitigen Speculation geboren, die Willkür, in eine Spielerey mit Trieben oder Kräften verwandelt, zur Norm der Erklärungen machten. Aber welche von unsern innern Bestimmungen, denn von diesen kann nur alle Theorie der lebenden Körper ausgehen, sollen wir durch die weite Entfernung bis ins Pflanzenreich übertragen? Es läßt sich hier nichts vorher festsetzen; es wird erst darauf ankommen, auf welcher Stufe der Organisation die Pflanzen stehen, und in welchem

chem Bezirke der Natur ihr Reich liegt. Wir können jetzt keinen andern Grundsatz aufstellen, als daß wir von unserm Innern ausgehen, und durch Versuche das Anwendliche auf die Vegetabilien ausforschen müssen.

Wir nehmen die Pflanzen nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche, so wie sie Linné, oder Iussieu, oder Willdenow zusammengestellt haben. Was Anatomie und Physiologie zu einer schärfern Bestimmung des Begriffs von Pflanzen beytragen, muß erst die Folge lehren.

Erster Abschnitt

Von den feinem Theilen der Pflanze.

Erstes Kapitel

Von dem Zellgewebe.

§. 1.

Unter den feinem Theilen der Pflanze verdient das Zellgewebe zuerst betrachtet zu werden. Es macht den größten Theil der Pflanze aus, es ist am allgemeinsten verbreitet, und befindet sich in sehr vielen Gewächsen, denen die Gefäße durchaus fehlen.

Wegen seiner Grösse mußte es bald den Beobachtern bekannt werden. Theophrast nennt es das Fleisch der Pflanzen *), aber giebt kei-

*) Theophrasti Eresii de Historia plantarum
L. X. ill. Bodaeus a Stapel Amstelod. 1644.
fol. L. 1. c. 4.

keine andere Kennzeichen davon an, als daß es sich nach allen Richtungen theilen lasse. Die spätern Schriftsteller vor der Anwendung der Vergrößerungsgläser haben wenig darüber; sie gedenken desselben nur in den Wasserpflanzen und andern, wo es besonders groß ist. Malpighi *) und Grew **) stellen es zuerst deutlich und vergrößert vor; jener nennt die Zellen gewöhnlich utriculos. Aber den Bast rechnet er noch nicht zum Zellgewebe, sondern die langen Gefäße desselben zu vasis fibrosis, worin ihm auch die meisten Schriftsteller bis auf die neuesten Zeiten gefolgt. Tournefort ***) wußte doch schon, daß die Fiebern in den Pflanzen aus Zellen bestehen. G. R. Böhmer †) behauptet in einer besondern über das Zellgewebe geschriebenen Abhandlung, das Zellgewebe finde sich nicht allein um die Gefäße, sondern auch in denselben, und erfülle die Höhlungen derselben, so lange die Pflanze lebe, wie ein Schwamm, verschwinde aber und lege sich an die Seiten der-

*) Marcelli Malpighi Opera omnia Lond. 1686. fol. Anatome plantarum. P. 1.

**) The Anatomy of Vegetables begun by Neh. Grew Lond. 1671. 12. und The Anatomy of plants by Neh. Grew Lond. 1682 fol. Beide übersetzt in Miscellan. Academ. Naturae Curiosorum Dec. 1. Ann. VIII. Append. und Ann. X. Append.

***) Memoires de l'Academie des Sciences à Paris 1692. p. 161.

†) G. R. Böhmeri Diff. de Vegetabilium celluloso contextu. Viteberg. 1753. 4.

derselben, so bald die Pflanze verwelke. Aehnliche sonderbare Meinungen hat Ludwig *), und durch ihn sind dergleichen Sätze in viele Schriften gekommen. Moldenhauer lehrt schon in einer sehr schätzbaren Abhandlung **), daß die fibrösen Gefäße aus den Zellen des Zellgewebes bestehen. Ungeachtet Hedwig der fibrösen Gefäße nicht gedenkt, so redet er doch von zurückführenden ***) und lymphatischen (*vasa exhalantia*) Gefäßen †), welche ebenfalls nur zum Zellgewebe gehören. Aber vorzüglich hat in neuern Zeiten Sprengel ††) gezeigt, daß diese und andere Gefäße nicht für sich bestehen, daß Spiralgefäße und Zellengewebe das ganze Gewebe der Pflanzen bilden, und daß dieses Zellengewebe zu den wichtigsten Theilen der Pflanze zu zählen sey. Andere besondere Bemerkungen der Schriftsteller über diesen Gegenstand werden in der Folge vorkommen.

§. 2.

*) C. G. Ludwig *Institutiones Regni Vegetabilis* Ed. alt. Lips. 1757 8. P. 2. c. 2.

**) Diff. de Vasis plantarum def. Pf. H. D. Moldenhauerus. Traj. ad Viadr. 1779. 4. §. 5.

***) De fibrae vegetabilis et animalis ortu. Sect. 1. Aut. I. H. Hedwig. Lips. 1791. p. 23 auch f. Hedwigii *Species Muscorum frondosorum* Lips. 1801 4. p. 335.

†) Sammlung seiner zerstreuten Abhandlungen und Beobachtungen Leipz. 1793. 8. Thl. 1. S. 116. Spec. Musc. frond. p. 334.

††) Anleitung zur Kenntniss der Gewächse von A. Sprengel Halle 1802. Th. 1. S. 88.

§. 2.

Das *Zellgewebe* (*contextus cellulofus tela cellulosa*) besteht aus häutigen Zellen, welche von einer cylindrischen oder prismatischen selten sphärischen Gestalt und gewöhnlich neben einander gereiht sind.

Die meisten Schriftsteller glauben, daß eine offene Communication zwischen den Zellen Statt finde, damit der Saft aus einer Zelle in die andere übergehen könne. Bernhardi läugnet zuerst bestimmt alle Gemeinschaft zwischen den Zellen, ausgenommen die, welche durch unsichtbare Poren hervor gebracht werde *). Diese Behauptung scheint mir sehr gegründet. Wenn ich abgeschnittene Zweige in gefärbte Flüssigkeiten gestellt hatte, so bemerkte ich doch nie einen Uebergang der Flüssigkeit aus einer Zelle in die andere, und nur da drang die Flüssigkeit ein, wo die Wände der Zellen durch einen Zufall zerrissen waren, oder wo sich jene aus den Spiralgefäßen ergossen hatte. Eben dieses bestätigt auch Treviranus **). Nicht selten bemerkt man an Pflanzen mit rothen Flecken oder Streifen einzelne Zellen mit dem rothen Saft gefüllt, und rings umher von andern ungefärbten umgeben. Einen Fall dieser Art
an

*) I. F. Bernhardi's Beobachtungen über Pflanzengefäße und eine neue Art derselben. Erfurt. 1805. 8. S. 74.

**) C. L. Treviranus Vom inwendigen Bau der Gewächse, Götting. 1806. 8. S. 16. 17.

an einem Schnitte durch den Stamm der *Lysimachia thyriflora*, der Länge nach gemacht, stellt Fig. 1. b vor. Offenbar könnte dieses nicht Statt finden, wenn nicht jede Zelle von der andern getrennt ohne Gemeinschaft mit den übrigen wäre. Nirgends bemerkt man deutliche Unterbrechungen der Wände, Oeffnungen, Canäle u. dergl., besonders sieht man zwischen den rothgefärbten Zellen die ungefärbten Zwischenwände überall ohne Unterbrechung, F. 1. a.

Brisseau Mirbel *), ein neuer Beobachter, behauptet deutliche Oeffnungen, als runde Löcher in den Wänden der Zellen gesehen zu haben. Kein anderer Beobachter bestätigt dieses. Sprengel (a. o. O. S. 99.) glaubt, er habe Körner in den Zellen für Löcher angesehen, und Treviranus (a. o. O. S. 7.) vermuthet dasselbe. Rudolphi **) meint auch, es sey eine Täuschung vorgefallen, und Mirbel habe Luftblasen für Löcher gehalten. Mir scheint es ebenfalls, als ob er durch jene Körner, wenn sie einzeln in den Zellen schwimmen, verleitet worden sey, und man könnte sich wohl dadurch täuschen lassen, wenn man nicht die Uebergänge in solche Zellen beobachtet, die dicht mit Körnern ange-

*) *Histoire naturelle des plantes* par C. F. Brisseau Mirbel. Paris l'an X. 8. T. 1. p. 57.

**) Herr Prof. Rudolphi war so gütig, die Schrift über die Gefäße der Pflanzen, welche mit der meinigen den Preis theilte, mir im Mscpt. zuzusenden.

gefüllt, ihre wahre Natur zu deutlich zeigen.
Von diesen Körnern s. unten.

Der Uebergang des Saftes aus einer Zelle in die andere kann also nur durch unsichtbare Poren, als ein Durchschwitzen geschehen. Man darf sich darüber nicht wundern; auch im thierischen Körper dringen sehr häufig Feuchtigkeiten durch jene unsichtbare Oeffnungen, und die ältern Anatomen irrten sich oft, indem sie überall Kanäle und offene Wege für Flüssigkeiten suchten.

§. 3.

Da, wo die Zellen an einander stoßen, bemerkt man oft einen doppelten Strich (s. Fig. 1.), gleichsam einen Zwischenraum zwischen den Zellen. Noch deutlicher sieht man dieses an dem Querschnitte durch das Mark von *Datura Tatula*, wo sich eine dunkle Masse in den Ecken befindet, und diese Zwischenräume deutlich auszeichnet, (Fig. 2). Die Fibern des Zellgewebes, von welchen Böhmer, Ludwig und andere reden, mögen wohl diese Zwischenräume seyn. Die *vasa revehentia* und *exhalantia*, welche Hedewig entdeckt haben wollte, sind unstreitig diese Zwischenräume; er drückt sich zwar in den oben angeführten Schriften sehr undeutlich darüber aus, aber in seiner *Historia Muscorum frondosorum* nennt er sie immer bey der Erklärung der Kupfer *rete vasculorum*. Die *vasa exhalantia* hat schon Sprengel sehr richtig hieher gebracht,

an einem Schnitte durch den Stamm der *Lysimachia thyrsoflora*, der Länge nach gemacht, stellt Fig. 1. b vor. Offenbar könnte dieses nicht Statt finden, wenn nicht jede Zelle von der andern getrennt ohne Gemeinschaft mit den übrigen wäre. Nirgends bemerkt man deutliche Unterbrechungen der Wände, Oeffnungen, Canäle u. dergl., besonders sieht man zwischen den rothgefärbten Zellen die ungefärbten Zwischenwände überall ohne Unterbrechung, F. 1. a.

Brisseau Mirbel *), ein neuer Beobachter, behauptet deutliche Oeffnungen, als runde Löcher in den Wänden der Zellen gesehen zu haben. Kein anderer Beobachter bestätigt dieses. Sprengel (a. o. O. S. 99.) glaubt, er habe Körner in den Zellen für Löcher angesehen, und Treviranus (a. o. O. S. 7.) vermuthet dasselbe. Rudolphi **) meint auch, es sey eine Täuschung vorgefallen, und Mirbel habe Luftblasen für Löcher gehalten. Mir scheint es ebenfalls, als ob er durch jene Körner, wenn sie einzeln in den Zellen schwimmen, verleitet worden sey, und man könnte sich wohl dadurch täuschen lassen, wenn man nicht die Uebergänge in solche Zellen beobachtet, die dicht mit Körnern ange-

*) Histoire naturelle des plantes par C. F. Brisseau Mirbel. Paris l'an X. 8. T. 1. p. 57.

**) Herr Prof. Rudolphi war so gütig, die Schrift über die Gefäße der Pflanzen, welche mit der meinigen den Preis theilte, mir im Mscpt. zuzusenden.

gefüllt, ihre wahre Natur zu deutlich zeigen. Von diesen Körnern s. unten.

Der Uebergang des Saftes aus einer Zelle in die andere kann also nur durch unsichtbare Poren, als ein Durchschwitzen geschehen. Man darf sich darüber nicht wundern; auch im thierischen Körper dringen sehr häufig Feuchtigkeiten durch jene unsichtbare Oeffnungen, und die ältern Anatomen irrten sich oft, indem sie überall Kanäle und offene Wege für Flüssigkeiten suchten.

§. 3.

Da, wo die Zellen an einander stoßen, bemerkt man oft einen doppelten Strich (s. Fig. 1.), gleichsam einen Zwischenraum zwischen den Zellen. Noch deutlicher sieht man dieses an dem Querschnitte durch das Mark von *Datura Tatula*, wo sich eine dunkle Masse in den Ecken befindet, und diese Zwischenräume deutlich auszeichnet, (Fig. 2). Die Fibern des Zellgewebes, von welchen Böhmer, Ludwig und andere reden, mögen wohl diese Zwischenräume seyn. Die *vasa revehentia* und *exhalantia*, welche Hedewig entdeckt haben wollte, sind unstreitig diese Zwischenräume; er drückt sich zwar in den oben angeführten Schriften sehr undeutlich darüber aus, aber in seiner *Historia Muscorum frondosorum* nennt er sie immer bey der Erklärung der Kupfer *rete vasculorum*. Die *vasa exhalantia* hat schon Sprengel sehr richtig hieher gebracht,

bracht, aber er glaubt, die doppelte Scheidewand, wodurch dem Anscheine nach ein Gefäß entstehe, sey nur eine Täuschung; man sehe den untern Rand durch das durchsichtige Gewebe, und setze diesen neben dem obern (a. o. O. S. 120). Auch Mayer führt diese Zwischenräume als Gefäße auf *), und nennt sie *vafa telae cellulosa*. Am bestimmtesten redet von ihnen Treviranus (a. a. O. S. 9-17. f. auch T. 1. Fig. 1), er glaubt, sie entstehen aus den Lücken, welche die Zellen lassen, indem sie sich, da sie früher Körner waren, ausdehnen und einander nähern, es scheint sogar, als ob er allen Saft in dem Zellgewebe in diese Lücken versetze (S. 10. 11). Nach dieser Theorie müßten die Scheidewände der Zellen überall doppelt seyn.

Die Scheidewände zwischen den Zellen habe ich lange selbst für doppelt gehalten, weil die Ränder es waren, aber genauere Untersuchungen zeigen mir doch keine doppelte Membran, auch nicht wenn die Zellen trocken oder gefault waren. Offenbar bilden die Ränder der Zellen Kanäle, welche ich Zellengänge (*ductus cellulares*) nennen werde. Die doppelte Membran an den Rändern ist keine Täuschung; man darf nur einen schiefen Querschnitt machen, um die untern Ränder mit ihren Kanälen deutlich gewahr zu werden. Fig. 5 stellt eine Reihe von Wänden des Zellge-

*) Sur les vaisseaux d. plantes in Memoir. de l'Acad. Roy. d. Scienc, à Berlin 17 . et 1789. p. 54.

gewebes aus *Cacalia ficoides* so schief angesehen vor, wo man die obern und untern Ränder erkennt, nebst der Membran, welche sie vereinigt. Die letztere ist oft ungemein zart und durchsichtig, so dass man sie im frischen Zustande kaum sieht, aber beym Trocknen erhält sie Runzeln oder Falten, und lässt sich dann bequem betrachten. Nicht alle Pflanzen haben Zellengänge, sie fehlen den Lichenen, den Pilzen und vielen Algen.

§. 4.

Die verschiedenen Arten des Zellgewebes sind folgende:

I. *Regelmässiges Zellgewebe.* Die Zellen liegen alle in Reihen neben einander geordnet und sind selbst gerade. Diese Reihen wechseln fast immer mit einander, so dass die Querswände der Zellen in zwey zusammenliegenden Reihen nie auf einander treffen (Fig. 1). Es scheint, als ob diese regelmässige Vertheilung von der Verbindung der Zellengänge abhängt, und dass man diese als das Gerippe ansehen könne, welches durch zarte Häute verbunden ist.

Gewöhnlich sind die Zellen cylindrisch; durch den Druck auf einander, wenn sie von Saft strotzen, werden sie fünf- bis sechseckig, oder auch konisch, fassförmig (Fig. 1), selten sieht man sie kugelförmig. Bald macht die Grundfläche mit den Seitenflächen einen rech-

rechten, bald einen schiefen Winkel. Die Reihen liegen gewöhnlich nach der Länge des Theils (Fig. 1), zuweilen aber in die Quere (Fig. 48) (mauerförmiges Zellgewebe nach Bernhardi *), doch entsteht diese Lage erst mit dem Alter durch die Ausdehnung der innern Theile, wie wir in der Folge sehen werden. Wenn die Zellen durchaus gleiche Dimensionen haben, so läßt sich die Richtung der Reihen schwer angeben. Das regelmäßige Zellgewebe ist wiederum:

A. *Einfaches Zellgewebe*. Die Wände der Zellen sind nicht aus andern Zellen zusammengesetzt.

1. *Das Parenchym, das laxe oder lockere Zellgewebe*, (parenchyma, contextus cellulosus laxus). Es besteht aus weiten Zellen; die Grundfläche macht fast immer mit den Seitenflächen einen rechten Winkel. (Fig. 1 u. 2). Man erkennt es sehr leicht, und alle Schriftsteller haben es hieher gerechnet. Besonders findet es sich in der Rinde und dem Marke der Stämme.

2. *Der Bast, das fibrose, straffe, stricte Zellgewebe*, (liber, contextus cellulosus fibrosus, strictus). Es giebt Zellgewebe mit sehr langen engen, aber noch deutlichen Zellen, besonders findet sich dieses in den Staubfäden, dem

*) J. F. Bernhardi's Handbuch der Botanik. Erfurt 1804. Erst. Th. S. 120.

dem Träger des Pistills und ähnlichen Theilen. Allein die Structur des Bastes, oder des faserigen Gewebes in der innern Rinde, in dem Holze, in den Nerven der Blätter ist sehr schwer zu erkennen. Man muß Stellen aufsuchen, wo dieser Bast weniger zusammengedrängt ist, oder, wo er in andere Theile übergeht, und dadurch seine Beschaffenheit deutlicher zu erkennen giebt. Dieses ist der Fall in der Wurzel. Ein Schnitt der Länge nach aus der innern Rinde der Wurzel von *Borrigo officinalis* zeigt dieses deutlich, Fig. 4. Der gedrückte Bast bey a, an welchem wenig zu erkennen ist, erweitert sich gegen b immer mehr; er bildet schmale, längliche, endlich aber rundliche Zellen, an deren Rändern die Zellengänge hinlaufen, um das Netzwerk zu bilden, dessen Maschen, mit zarten Membranen überzogen, eigentlich die Zellen machen. Bey diesem Uebergange erscheinen die Zellen weniger regelmässig, als gewöhnlich, und immer machen die Grundflächen mit den Seitenflächen schiefe Winkel, oft so schiefe Winkel, daß die Grundflächen ganz wegfallen, und die Zelle eine spitz-ovale oder sphärische Gestalt erhält. Vergleicht man hiemit den sehr gedrückten Bast eines Baumes oder einer andern Pflanze, z. B. den äußerst dichten Bast in der innern Rinde des Hanfes Fig. 5, bemerkt man, wie die Fasern desselben sich schief wie bey a, einander legen, so wird man nicht mehr zweifeln, daß der Bast zum Zellgewebe zu rechnen sey. Er besteht aus äußerst schmalen und engen

B

Zel-

Zellen, so daß die Zellengänge eine wichtige Rolle darin spielen, ja in gewisser Rücklicht ein Netz von Gefäßen bilden müssen. Sprengel (a. a. O. S. 130) hat den Bast zuerst sehr richtig zu dem Zellgewebe gerechnet, nur glaube ich, daß diese Form des Zellgewebes in der frühen Jugend schon vorhanden sey, und sich nicht erst später entwickele. Auch Mirbel sagt (a. a. O. S. 70), daß die *petits tubes* oder *fibres* der Pflanzen aus kleinen Zellen bestehen.

Die Blattschuppen (*strigae*) der Farnkräuter, der Stamm der Moose u. s. w. haben ähnliche, längliche, fast spitzovale, aber nicht so enge und also viel deutlichere Zellen, dabey sind die Zellengänge schön braun gefärbt und bilden ein Netz von Kanälen, denen man bey der ersten Untersuchung den Namen der Gefäße nicht versagt. Ueberhaupt sind die Moose, Lebermoose und Farnkräuter zu den vollkommenen Pflanzen zu rechnen; ihr Zellgewebe hat die regelmässige Form, wie in den übrigen phanerogamischen Gewächsen.

Das Gefäßbündel in dem Stamme der Farnkräuter ist von einem braunen Zellgewebe umgeben, welches Sprengel (a. a. O. Th. 3. S. 35) zuerst bemerkt hat. Er hält es für eine besondere braune Haut. Bernhardt erinnert, es sey Zellgewebe. Ich finde ebenfalls mehrere ziemlich weite neben einander liegende lange Zellen, mit seltenen Querwänden,

den, s. Fig. 16. c. Da diese Zellen keine abgeforderte Grundfläche zeigen, sondern die Seitenwände sich nur schief an einander legen, so rechne ich dieses Zellgewebe zu dem Bast. Ueberdies begleitet es auch die Gefäßbündel.

Der Bast ist häufig in der innern Rinde und dem Holze; er begleitet die Gefäße bey- nahe durch die ganze Pflanze, und dringt auf diese Art in die Nerven der Blätter; der Blü- thentheile und der Frucht.

B. *Zusammengesetztes Zellgewebe.* Die Wände der größern Zellen bestehen wieder- um aus kleinern Zellen. In den Wasserpflan- zen ist dieser Bau sehr gemein. Untersucht man eine Wand der äußerst großen Zellen in *Sparganium erectum*, *Cyperus Papyrus*, *Nymphaea* u. dgl., so sieht man sie wiederum aus andern Zellen zusammengesetzt. Ein Stück von dem Querschnitte des Blattstiels von *Nymphaea lutea* mit solchen Zellen, stellt Fig. 40 vor. In dem Stamme von *Ceratophyl- lum demersum* stehen die großen Zellen re- gelmäßig um den Gefäßbündel in der Mitte: Zuweilen zerreißen die Wände dieser Zellen, um Lücken zu bilden, und dann entstehen strahlenförmige und andere sonderbare Figu- ren von den zurückgebliebenen Stücken, wie ich sie oft in dem Stamme von *Scirpus pa- lustris* und andern beobachtet habe. Trevi- ranus (a. a. O. S. 4. T. 1. F. 2) erwähnt die- ser Figuren, schreibt ihnen aber einen andern

Ursprung zu. Nicht allein in den Wasserpflanzen, sondern auch in vielen andern findet man solche zusammengesetzte Zellen. Ein sehr zierliches Beyspiel aus den Blumenblättern von *Cynoglossum linifolium* sieht man Fig. 6, so wie ein anderes aus der Kapsel von *Anagallis coerulea* Fig. 71. Ueberhaupt ist dieses zusammengesetzte Zellgewebe nicht selten, auch bemerkt man viele Uebergänge zwischen demselben und dem einfachen Zellgewebe, wo groſse und kleine Zellen mit einander vermengt sind.

§. 5.

Eine besondere Betrachtung verdient: II. *Das unregelmässige oder anomale Zellgewebe.* Es ist von groſser Mannichfaltigkeit, und man muſs auf die Pflanzen, worin es vorkommt, und welche dadurch als eine groſse natürliche Klasse bezeichnet werden, besonders Rücksicht nehmen. Man unterscheidet an diesen Gewächsen äusserlich nur Fruchthälter (sporangia) und den übrigen unterstützenden Körper (thallus).

Die *Lichenen* (Lichenes) haben entweder einen krustenartigen oder blattartigen thallus. Die Kruste ist ganz und gar aus runden Bläschen oder Zellen von sehr verschiedener Gröſse unordentlich zusammengehäuft. Es fehlen diesen Zellen die oben beschriebenen Zellengänge, auch liegen sie nie in abwechselnden Reihen. Die besondern Gestalten dieser Bläschen, das Aufspringen derselben, die Flocken, woran sie

sie hängen sollen, und andere Angaben einiger Schriftsteller habe ich nie beobachten können. Ein Stückchen der Kruste von *Lecidea parasema*, s. Fig. 7. An den blattartigen Lichenen hat die äußere Haut einen ganz ähnlichen Bau (Fig. 8), das Innere hingegen ist ein Gewebe zusammengefilzter Fasern. Einzeln betrachtet erscheinen diese Fasern durchsichtig, hohl, ja zuweilen mit Zwischenwänden versehen. Am deutlichsten bemerkte ich diese an den Fasern in den Sporangien der *Peltidea canina* Fig. 9. Will man Analogien auffuchen, so würde ich das fastrige Gewebe der Lichenen mit dem Baste der vollkommenen Pflanzen vergleichen. Oft findet man in den Bläschen eine körnige, grüne oder anders gefärbte, zuweilen auch pulverige Materie, die man wohl, wenn sie in den Sporangien vorkommt, für Samen hielt, z. B. an *Sphaerophorus*, *Gyrophora* u. s. w. Aber der Samen aller Lichenen liegt in Samenzellen (*thecae*).

Merkwürdig sind die feinen, durchsichtigen Körner, welche man auf der Oberfläche entweder überall verbreitet, oder an bestimmten Stellen angehäuft, ferner auch in dem Innern zwischen den Fasern oder Bläschen zerstreuet findet. Dafs die Körner an der Oberfläche und im Innern einerley sind, zeigt besonders die *Sticta aurata*. Das Innere dieses Gewächses hat nämlich eine schöne gelbe Farbe, die aber, bey einer aufmerksamen Untersuchung, blofs von gelben Körnern herrührt, wel-

welche zwischen dem weissen fafrigen Gewebe in Menge verbreitet liegen, (s. Fig. 10), und eben eine solche Farbe hat das Pulver auf der Oberfläche, auch ist die Grösse und Gestalt der Körner völlig einerley. Hedewig hielt dieses Pulver für den nämlichen Blumenstaub, aber dagegen spricht die Verbreitung durch den ganzen thallus. Zum Stärkmehl oder Schleim kann man dieses Pulver auch nicht rechnen, weil es nicht in heissem Wasser aufgelöst wird. Ich halte diese Körner mit Sprengel für Gemmen (a. a. O. Th. 3. S. 323), oder für Zellen, welche das Vermögen haben, andere hervorzubringen, und finde den Namen Keimpulver (*Conidium*) sehr passend.

Die *Algen* (*Algae*) unterscheiden sich sehr von den vorigen Gewächsen. Einen besondern Bau haben die Arten der Gattung *Fucus* Linn. Zerschneidet man den thallus, wo er am dicksten ist, so bemerkt man darin sehr deutliche, aber gleichsam gallertartige Fäden, in einer äusserst verschiedenen, sogar in demselben Gewächse mannichfaltigen und verwickelten Richtung. Da, wo diese Verwickelungen Zwischenräume lassen, sind zarte Membranen ausgespannt, die sehr oft eine körnige, meistens braune Materie enthalten. Ein Stück von dem Längsschnitte durch den thallus des *Fucus vesiculosus* stellt Fig. 11 vor. Die äussere Haut dieser Tangarten scheint deutliche Zellen beym ersten Anblicke zu haben, in welchen eben dieselbe körnige, braune Materie liegt, von der die braune Farbe des gan-

ganzen Gewächses ohne Zweifel herrührt. Einige Sphaerococci Stackh. mit schönen rothen und zarten blattartigen Zweigen zeichnen sich aber durch viel größere netzförmige, besondere Zellen aus, wie das Beyspiel aus einer neuen portugiesischen Art Fig. 12 lehrt, und man kommt bald auf den Gedanken, daß es eigentlich die Fäden sind, welche durch ihre regelmässige Verschlingung Lücken lassen, worin ausgespannte Membranen das zellenartige Gewebe bilden. Diese Vermuthung erhebt sich beynahe zur Gewissheit, wenn man die Uebergänge aus dem dichten fadigen Gewebe in das lockere netzförmige, wie sie oft in einer und derselben Pflanze vorkommen, erwägt. Kommt es auch hier darauf an, der Uebersicht wegen, Analogien zu finden, so möchte ich diese Fäden mit den Zellengängen vergleichen, die nur von den Zwischenwänden mehr abge sondert und oft ohne dieselben sind. Keimpulver findet sich in den Arten von Fucus Linn. nicht.

Die Gattung Ceramium Roth (mit Ausnahme von Sphaerococcus Stackh. und Ectosperma Vauch.) gleicht Fucus, was die körnige, braune Materie betrifft, aber man bemerkt keine Fäden darin. Einige Palmariae scheinen ein wahrhaftes bläschenartiges Gewebe, wie die Lichenen, zu enthalten.

Die Grundlage der übrigen Algen ist eine Membran; oft schleimartig, oft gallertartig, aber nie in Wasser auflöslich, wie Schleim
und

und Gallerte. Oft ist die Membran gegliedert durch einfache Zwischenwände (Polysperma, Prolifera Vauch.), zuweilen durch doppelte (Conjugata). Man könnte solche Glieder mit Zellen vergleichen, und Hydrodictyon stellt solche Zellen deutlich dar. Einzelne kleine, durchsichtige Körner, ohne Zweifel Keimpulver, sieht man häufig in diesen Gewächsen; die Gattungen Batrachospermum, Rivularia, Noctos sind fast ganz und gar aus solchen Körnern zusammengehäuft. Ein grüner oder brauner gleichförmiger Farbstoff färbt den ganzen thallus.

Viel gleichförmiger, den Lichenen ähnlicher, ist der Bau der Pilze. Ihr Gewebe besteht beym ersten Blicke aus Fasern; diese Fasern sind selten gerade, sondern hin und her gebogen und verwickelt. Man erkennt sie bald für Zellen, und nicht gar selten findet man Zwischenwände in ihnen, wie die Fasern Fig. 13 aus dem Hute des Agaricus badius zeigen, nie aber Zellengänge. Kurz und weit sieht man diese Zellen auf der Oberfläche der Coprinorum, in den Fäden der Röstelia u. s. w. Einzelne Fasern bilden das Capillitium der Gattungen Trichia, Stemonitis u. s. w., ja die kleinen Mucores, Aspergilli u. s. w. haben einen thallus aus solchen einzelnen Fasern, die den Haaren der vollkommenen Pflanzen sehr gleichen, ganz zusammengesetzt. Zwischen diesem fafrigen Gewebe liegen hier und da einzelne und zusammengehäufte, bald grofse, bald kleinere völlig

lig durchsichtige Körner oder Bläschen zerstreuet, und zwar fast in allen Theilen des Pilzes, ohne an einen besonders gebunden zu seyn. Aus dem Stiele von Agaricus (Omphalia) gibbus habe ich sie Fig. 14. a. vorgestellt. Sie sind für Keimpulver zu groß, auch lösen sie sich nicht in heißem Wasser auf, gehören also nicht zum Stärkmehl. Einige wenige Pilze bestehen ganz und gar aus solchen Bläschen von verschiedener Größe, z. B. die Agarici Russulae, die Gattung Phallus und einige Pezizae. Eine Probe aus dem Hute der Russula depallens giebt Fig. 15.

Wir haben also in den unvollkommenen Pflanzen: a) das *blasenförmige Gewebe* (contextus vesiculosus) in den Krusten und in der äußern Haut der Lichenen, in vielen Pilzen zerstreuet oder so gehäuft, daß es den ganzen Körper dieser Gewächse ausmacht. Es ist dem Parenchym analog, doch fehlt die Anreihung, die Zellengänge sind nicht vorhanden, jede Zelle hat mit der anliegenden keine Membran gemein. b) Das *faserige Gewebe* (contextus floccosus), in dem Innern der Lichenen, und in den Pilzen, deren Grundlage es bildet. Es ist dem Bast analog, doch fehlen die Zellengänge, und die Zellen sind von einander getrennt. c) Das *fädige Gewebe* (contextus filamentosus) in den Tangarten. Es ist den Zellengängen analog, schließt auch eben so Zellen ein, doch ist es mehr von ihnen abgesondert. d) das *häutige Gewebe* (contextus membranosus) in den Confer-

ferven, dessen feinem Structur wir vielleicht nur nicht kennen, wenn man sich hier nicht einzelne vergrößerte Zellen denken will, woraus das Ganze besteht. Hiezu kommen noch die Körner, (das Keimpulver), welche in den Lichenen und den Conferven überall zerstreut liegen, in Batrachospermum und den verwandten Pflanzen äußerst gehäuft sind. Ueber die Structur und die Fructification der unvollkommenen Gewächse muß ich auf eine bald erscheinende Abhandlung in Schraders Journal für die Botanik verweisen.

§. 6.

Dieses betraf die äußere Form des Zellgewebes, oder die extensiven Kennzeichen. Die übrigen Eigenschaften, die intensiven Kennzeichen sind schwer zu bestimmen, weil das eigentliche Gewebe, die Membran der Zellen durch andere Stoffe, welche sich in ihnen befinden, entstellt wird. Ueberhaupt ist die Farbe des Zellgewebes weiß; alle andern Farben rühren von jenen fremden Ueberzügen her. Nur eine Ausnahme ist mir bekannt; das braune Zellgewebe um die Gefäßbündel in den Farnkräutern, von welchen schon oben die Rede war. Wenigstens findet man in den jüngsten Pflanzen dieses Gewebe schon völlig dunkelbraun; auch unterscheidet man in den leeren Zellen keine Spur von einem gefärbten Saft oder einem andern gefärbten Stoffe, wodurch, wie in den ältern braunen Zellen der Rinde und anderer Thei-

Theile, die Membran einen Anstrich erhalten könnte. Geschmack und Geruch bemerkt man an dem reinen Zellgewebe nicht.

Zur chemischen Untersuchung des reinen Zellgewebes wählte ich das Hollundermark, und zwar das im Monat Januar von einem vorjährigen Schusse gesammelte völlig saftleere und rein weiße, ungefärbte Mark. Es löste sich in Wasser nicht auf; durch anhaltendes Kochen wird es weich und beynahe gallertartig. Weingeist wirkt ebenfalls nicht darauf. Mit reinen Alkalien und Wasser anhaltend gekocht, bekommt es eine etwas bräunliche Farbe, sonst aber äußern sie nicht die geringste Wirkung. Schwefelsäure bringt ein Verbrennen hervor; das Mark bekommt eine schwarze Farbe und wird ganz in Kohle verwandelt; ein bequemes Mittel die Menge des Kohlenstoffs in demselben zu bestimmen, da die Kohle von der Schwefelsäure in einer nicht gar hohen Temperatur weder verändert wird, noch auch die Säure verändert. Ich erhielt aus 100 Theilen an 66 Theile Kohle. Salpetersäure bringt nur durch anhaltendes Kochen eine Zersetzung hervor, auch muß man dazu fast zehnmal so viel Säure anwenden, aber dann bekommt man, nachdem sich alles Salpetergas entbunden hat, in dem Rückstande einen bittern gelben Extractivstoff und Korksäure. Die Korkrinde hat ihre ausgezeichneten Eigenschaften davon, daß sie aus sehr vielen leeren Zellen besteht, wovon eine mikroskopische Untersuchung leicht überzeugen

gen kann. Da nun der Kork nach Bouillon la Grange's Versuchen jene Säure vermittelt der Salpetersäure liefert, da Hollundermark sich eben so verhält, da Brugnatelli aus Papier, einem gleichfalls von fremden Materien ziemlich befreiten Zellenstoff ebenfalls Korksäure erhielt *), so darf man wohl schliessen, dass die reine Membran der Pflanzen mit Hülfe der Salpetersäure sich in Korksäure und jenen bitteren Extractivstoff verwandeln lasse, welchen alle Untersucher mit der Korksäure vereinigt fanden. Der Name Korkstoff kann also nicht mehr bleiben, weil er einen falschen Begriff giebt, man muss den Stoff vielmehr Membranen - oder Zellstoff nennen, ein besserer Ausdruck als Faserstoff, indem es eine theoretische Grille ist, dass auch die vegetabilische Membran zuletzt aus Fasern bestehen müsse. Durch die Destillation erhält man ferner aus dem Hollundermarke eine brandige der Benzoesäure einiger Massen ähnliche Säure, ein brandiges Oel, aber keine Spur von Ammonium, auch nicht, wenn man die übergegangene Säure mit reinem Kali sättigt. Im Feuer verbrennt der trockne Zellstoff leicht mit Flamme, liefert aber nur äusserst wenig Asche; aus 100 Theilen erhielt ich kaum einen Theil. Diese Asche zeigte nun mit Reagentien auch nicht die geringste Spur von einem Alkali; sie löste sich ganz in Salzsäure auf, und war kohlensaure Kalkerde. Aus diesen

* S. van Mons Journal de Chimie et Physique N. 7, Vendemiaire, l'an. XI,

sen Versuchen wird man die Bestandtheile und chemischen Eigenschaften der reinen Pflanzenmembran ableiten können; hier sollen sie aber vorzüglich dienen, um uns die Kennzeichen des Zellgewebes zu geben, damit wir andere ähnlich gebildete Theile von Zellen gehörig unterscheiden können.

§. 7.

Wie entwickelt und verändert sich nun dieses Zellgewebe? Sprengel glaubt, es entstehe aus den kleinen durchsichtigen Körnern oder Bläschen, deren man in den Saamen und in andern Pflanzentheilen eine große Menge antrifft, (Anleit. z. Kenntniss der Gewächse. Thl. 1. S. 89). Treviranus billigt dieses sehr (Vom inwendigen Bau etc. S. 2), und glaubt sogar, daß die Speculation auch darauf führen werde. Von der letzten kann hier keine Rede seyn, was das erste betrifft, so scheint mir diese Entstehungsart der Zellen nicht wahrscheinlich. Man müßte erstlich doch einen Zustand bemerken, wo noch nicht die regelmässige Anordnung der Zellen Statt fände, wo aber doch jene ungeordnete Anhäufung der Bläschen anfieng, in eine bestimmtere Vertheilung überzugehen. Aber dergleichen ist mir in dem jungen Keime nie vorgekommen, sondern das Zellgewebe liegt schon in seiner gehörigen Anreihung deutlich gebildet, s. Fig. 73. Ich sehe ferner nicht ein, wie die Bläschen aus den umher ganz verschlossenen Zellen, worin sie liegen können

nen

nen, wie sie durch andere eben so verschlossene dringen, und weiter gelangen können, um den ihnen gehörigen Ort zu erreichen. In den jungen Trieben der Rosen, der Rosskastanien und anderer Pflanzen, welche sich doch äußerst schnell entwickeln und verlängern, habe ich keine Bläschen wahrgenommen; hingegen findet man sie oft sehr häufig in den alten Rinden, im Innern des Markes und anderwärts, wo eine solche Entwicklung nicht geschieht. Doch jene Körner verrathen ihre Natur zu deutlich, als daß darüber noch Zweifel seyn könnten, wie wir in folgenden §. sehen werden.

Offenbar entsteht neues Zellgewebe zwischen den ältern Zellen. In den Zwischenräumen, wo man später die einfachen Zellengänge sieht, bemerkt man im jugendlichen Zustande dunkel gefärbte, wie aus einer zusammengedrängten Masse gebildete Streifen, die nicht selten ein äußerst feines Gewirre von Fasern und andern kaum zu erkennenden Theilen entdecken lassen. Erst in ältern Pflanzen, in dem ausgebildeten Marke, welches nicht mehr wächst, sondern bey der Verlängerung des Stammes zerreißt und Höhlungen läßt, liegen die Zellen mit ihren Gängen so einfach und deutlich vor Augen, als ich sie Fig. 2. abgebildet habe. Man muß auch nicht glauben, als ob überall die Zellen gleich groß und gleichförmig getheilt wären, wie in einer Honigwage. Vielmehr sind große und kleine Zellen mit einander gemengt; lan-

lange und schmale scheinen sich gleichsam zwischen den grössern hervorzudrängen; man sieht das Gewebe ohngefähr wie es Fig. 17. aus dem jungen Triebe einer Rose vorgestellt ist. Ich glaube, neue Zellengänge entstehen zuerst in den Zwischenräumen und werden nachher durch Membranen, künftige Zellwände, verbunden, bilden dann enge und schmale Zellen, die sich nach und nach verlängern und erweitern. Die Algen scheinen dieses zu bestätigen. Indem nun die ältere Zelle wächst und sich vergrößert, hebt sie die neuen Zellengänge in die Höhe, und formirt dadurch das Wechselnde in den Reihen, welches dem vollkommenen Zellgewebe eigen und charakteristisch ist. Wo keine Zellengänge vorhanden sind, z. B. in den Lichenen und Pilzen entsteht die Zelle gerade zu zwischen den andern.

Die erste Bildung des Organischen geschieht aus dem in organischen Behältern aufbewahren Flüssigen durch eine Kraft, welche Blumenbach passend Bildungstrieb genannt hat, deren Gesetze wir aber nicht kennen. Der gebildete Theil wächst, indem überall die feinsten unsichtbaren Theilchen eingeschoben werden. Eben so entwickeln sich neue Theile in den Zwischenräumen der ältern, und das Alte unterscheidet sich von dem Jungen nur in Menge und Grösse der einzelnen Theile.

§. 8.

In den Zellen des Zellengewebes finden sich hin und wieder jene Körner und Bläschen, wovon in dem vorigen §. die Rede ist. Mirbel scheint sie oft für Poren gehalten zu haben *). Man trifft sie häufig in dem Albumen der Saamen, in den Knollen, den Wurzeln, den Rinden der Bäume und in andern Theilen an. Beyläufig abgebildet habe ich sie Fig. 31. in dem Marke der *Lyfimachia punctata*. Ich kam bald auf die Vermuthung, diese Körner möchten das *Stärkmehl*, *Sätzmehl*, (*amylum*) der Pflanzen seyn. Ich verglich die Körner in dem Albumen des Weizens mit dem daraus bereiteten Stärkmehle, und fand eine grofse Uebereinstimmung, welche noch auffallender und deutlicher war, als ich den dünnen Schnitt einer Kartoffel mit dem künstlich daraus verfertigten Stärkmehle zusammen unter ein Vergrößerungsglas brachte. Da das Stärkmehl sich in heißem Wasser auflöst, so erhitzte ich mit Wasser übergossen die zarten Schnitte von Rocken und Weizenkörnern, von einer Kartoffel den Knollen des *Gladiolus communis*, und auch von dem Stamme des *Ceratophyllum demersum*, worin sich solche Körner in Menge befinden, und sah nun alle Körner verschwunden, aber an deren Stelle ein schleimiges, gallertartiges Wesen, wie es durch aufgelöstes Stärkmehl zu entstehen pflegt.

*) In seiner neuern Abhandlung *Aural. du Muséum* T. 5. p. 82. ist er der Kenntniß dieser Körner näher gekommen.

pflegt. Die Zellen in den Saamenkörnern vorher mit jenen Körnern überhäuft und unkenntlich gemacht, waren nun sehr deutlich zu sehen. Alle Theile und alle Pflanzen, aus welchen man Stärkmehl reichlich erhält, zeigen die Körner unter dem Mikroskop. Alles dieses läßt über die Beschaffenheit jener Körner wohl nicht mehr zweifeln.

Zur chemischen Untersuchung wählte ich das Stärkmehl von Kartoffeln, weil man es sehr rein und von allen andern Stoffen frey bereiten kann. Es löst sich nicht in kaltem, wohl aber in warmem Wasser auf, und macht dieses dick und schleimig; beym Eintrocknen wird es dann durchsichtig und zäh. Die Auflösung in Wasser wird durch den Weingeist sogleich niedergeschlagen. Nur durch anhaltendes Köchen löst der Weingeist einen geringen Antheil auf, welcher nach dem Verdampfen als eine gallertartige Masse zurückbleibt, und dem aufgelösten Stärkmehl gleicht. Die reinen Alkalien lösen das Stärkmehl auch in der Kälte auf, und bilden damit eine durchsichtige Gallerte. Schwefelsäure verwandelt es in Kohle; aus 100 Theilen erhielt ich 48 Theile Kohle. Starke Salpetersäure wirkt schon in der Kälte darauf, und löst es auf, in der Hitze erhält man, nachdem das Salpetergas sich ganz entbunden hat, Sauerkleefäure. Von der ölartigen Substanz, deren Scheele erwähnt, fand ich im Stärkmehle der Kartoffeln keine Spur *) und wahrschein-

*) v. Crells chemische Annalen 1785. B. 11: S. 299:

scheinlich rührt es daher, weil das Stärkmehl von Weizen nicht so rein ist. Schwache Säuren lösen Stärkmehl auf; Salpetersäure verändert es auf eine mannichfaltige Weise, wovon Lamefon nur eine Art bekannt gemacht hat *); durch die Destillation entbindet sich brandiges Oel und eine brandige Säure, aber keine Spur von Ammonium.

Das Stärkmehl nähert sich also in seinen Eigenschaften dem Gummi, dem Schleim und dem Zucker sehr. Es dient ohne Zweifel zur Ernährung der Pflanzen, besonders der jungen Keime, daher findet man es auch häufig in den Saamen, den Knollen und den größern Wurzeln. Aber es kann nicht roh zur Ernährung verwandt werden, weil es dann nicht durch die Wände der Zellen zu dringen vermag; es bedarf einer Auflösung, welche wir auch in den leimenden Saamen verschiedener Pflanzen, besonders der Grasarten, deutlich wahrnehmen.

§. 9.

Nicht allein das Stärkmehl oder Satzmehl zeigt sich in solchen Körnern, auch der *Schleim* thut dieses auf eine ganz ähnliche Art. Als ich die Wurzel von *Althaea officinalis* untersuchte, fand ich die Zellen von Körnern ganz angefüllt, und es liefs sich nun leicht

*) S. Scherers Allgemeines Journal der Chemie. B. 1. S. 625.

leicht vermuthen, daß diese den Schleim ausmachen möchten, welcher bekanntlich in dieser Wurzel sich in Menge befindet. Versuche bestätigten dieses; Schnitte mit kaltem Wasser übergossen, zeigten viel weniger Körner und mit Wasser etwas gekocht, verloren sie solche ganz und gar. Stärkmehl erhielt ich aus dieser Pflanze nicht. Es ist also nicht zu zweifeln, daß sich der Schleim wenigstens mancher Pflanzen in Körnern zeige. Der Schleim nähert sich dem Stärkmehl sehr, nur löst er sich schon in kaltem Wasser auf. Durch Weingeist wird er aus dem Wasser niedergeschlagen; beym anhaltenden Kochen löst aber der Weingeist auch, doch einen geringen Antheil, auf. Die Alkalien lösen ihn rasch auf, eben so verdünnte Säuren; Salpetersäure erzeugt daraus auf die gewöhnliche Weise Sauerkleesäure. Bey der Destillation giebt er ein brandiges Oel, eine brandige Säure und kein Ammonium.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Schleim wie das Stärkmehl zur Ernährung der Pflanzen diene, und daß sich daher einer von diesen beiden Stoffen, wohl in den meisten Pflanzen finde. Aber der Schleim ist gewiss von verschiedener Art; es giebt Schleim, welcher sich auf keine Weise in solchen Körnern findet, wovon ich nur den Schleim des Quittenlaamens und der Saamen von *Plantago Psvllium* als Beyspiele anführen will. Doch davon s. unten.

§. 10.

Aufser dem Stärkmehl findet sich in den Zellen des Zellgewebes noch ein Stoff sehr häufig, der zwar weich, aber doch nicht zu den Säften der Pflanze zu rechnen ist. Er giebt ihnen die grüne Farbe; man könnte ihn den *harzigen Farbestoff* nennen, da er sich vom Harz wesentlich unterscheidet. In den Zellen liegt er als eine schmierig körnige Masse, oder als Bläschen oder auch als ein dichter Ueberzug der Zellenwände. Wasser wirkt nicht auf ihn, auch geben ihm Alkalien und Säuren nur eine bräunliche Farbe, ohne ihn aufzulösen, die concentrirte Schwefel- und Salpetersäure ausgenommen, welche ihn gänzlich zerstören. Weingeist zieht ihn schnell aus, und macht damit eine grüne Tinctur, die am Sonnenlichte, auch vor der äussern Luft bewahrt, bald die Farbe verliert, erst bräunlich dann hellweiss wird, hingegen im Dunkeln sie lange behält. Aus dem Weingeist wird dieser Farbestoff durch Wasser nicht niedergeschlagen; ein Kennzeichen, welches ihn von den Harzen leicht unterscheidet. Durch das Abdampfen des Weingeistes erhält man eine bräunliche, bittere, in Feuer schmelzende und brennende Materie, die sich wieder leicht in Weingeist auflöst. Oele ziehen diesen Stoff ebenfalls aus, und haben eine nähere Verwandtschaft damit, als der Weingeist, denn schüttelt man den gefärbten Weingeist mit Terpentinöl oder Mandelöl, so zieht die Farbe aus dem Weingeist in das Oel. Auch hier

hier wirkt das Licht stark darauf, und entfärbt die Oele. An der Luft werden diese grünen Tincturen braun, endlich entfärbt, und es schlagen sich weisse in Säuren und Alkalien unauflöslliche Flocken nieder, die dem Zellstoff sehr gleichen. Schneller und deutlicher bewirkt diese Entfärbung und Niederschlagung die oxygenirte Salzsäure. Diese Versuche habe ich mit dem Farbestoff aus den Grasarten angestellt, wo man nicht so leicht Gefahr läuft, ein wirkliches Harz zugleich mit zu erhalten.

In den vollkommenen Pflanzen findet er sich häufig in den Blättern und allen blattartigen Theilen, auch im Stamme. Dort verliert er die grüne Farbe im Schatten und erhält sie im Lichte, gerade umgekehrt, wie die Auflösung in Weingeist und Oelen. Doch nicht allein die dem Lichte ausgesetzten Theile sind grün, auch die innern haben zuweilen diese Farbe. Pallas erinnert dieses sehr treffend an einem Orte *) wo er von dem Embryo der *Salsola* redet. Die Embryonen in einigen andern natürlichen Ordnungen, z. B. den Malvaceen haben ebenfalls grüne Cotyledonen, ja man darf nur an die grüne innere Rinde der *Sambucus* Arten denken, wozu ich noch das grüne Zellgewebe um das Mark in vielen Stämmen setzen will.

Aus

*) *Illustrationes plantarum*. Lips. 1804. F. 1. p. IV.

Aus den Wasseralgen läßt sich die grüne, und die schöne hellrothe Farbe sehr leicht durch Weingeist ziehen. Etwas schwerer löst sich die braune Materie der Fucus Arten, die grünliche, gelbe und braune der Lichenen auf. Im Ganzen verhalten sich aber alle diese Stoffe, wie der grüne harzige Stoff der andern Pflanzen. Nur scheint dieser Stoff hier mehr oxydirt, wenn man von den Wirkungen der äussern Luft, welche ihn bräunlich färbt, schließen darf. Die Pilze zeigen sich hingegen sehr verschieden; einige, z. B. die *Amanita muscaria* geben ihren Farbstoff dem Wasser und dem Weingeist; andere z. B. *Agaricus adustus*, überhaupt viele schwärzlich oder bräunlich gefärbte theilen sie weder dem Weingeist noch dem Wasser mit. Doch hier ist noch viel für die specielle Pflanzenkunde zu leisten übrig.

Auch in den vollkommnern Pflanzen, weicht der rothe Stoff, oder *rothe Saft*, wodurch die Stämme und Blätter mancher Pflanzen, besonders der Amaranthen, der Melden und anderen roth gefärbt erscheinen, schon sehr von dem grünen Farbestoff ab. Zwar zieht ihn der Weingeist am schnellsten aus, aber Wasser thut dieses ebenfalls, besonders wenn es etwas damit erhitzt wird. Die geistige Tinctur kann lange an der Sonne stehen, ohne eine Veränderung zu erleiden, erst später verblasst sie. Ueberhaupt gehört dieser Stoff, welcher sich meistens als ein wirklicher Saft zeigt, zu den Extractivstoffen.

Zweytes Kapitel.

Von den Gefäßen der Pflanzen.

§. 1.

Man könnte jeden Behälter einer Flüssigkeit im organischen Körper ein Gefäß nennen, aber dem Sprachgebrauche gemäß, pflegt man nur einem langen, ununterbrochenen, aus einer eigenen Membran gebildeten Kanal, wie es die Arterien und Venen der Thiere sind, diesen Namen zu geben. In dieser Bedeutung haben die Pflanzen nur eine Art von Gefäßen, die Spiralgefäße nämlich, von welchen aber manche Abänderungen und Veränderungen vorkommen.

Was vor Malpighi über diese Gefäße gesagt ist, verdient kaum einer Erwähnung. Theophrast (Hist. pl. L. 1. c. 4.) unterscheidet Nerven und Adern; er behauptet, daß sich in diesen Flüssigkeiten befinden, aber die Stelle, wo er hievon redet, ist wahrscheinlich verdorben, und so dunkel, daß sich schwer errathen läßt

läßt, was er bey dem Unterschiede von Nerven und Adern gemeint habe. Dafs er dabey an die noch sogenannten Nerven und Adern in den Blättern dachte, leidet wohl keinen Zweifel. Adrian Spigel, von welchem das erste Compendium der Botanik herrührt *), konnte zwar in diesen Adern keine Höhlung sehen, doch meint er, der gefärbte Saft mancher Pflanzen mache es wahrscheinlich, dafs sich eine Flüssigkeit in ihnen befinde. Genauer untersuchte diese Adern Mariotte **). Er hielt sie für wirkliche Adern, weil sich die gefärbten Säfte der Pflanzen oft nur in den Adern der Blätter zeigen; er glaubte sogar die Haut dieser Adern zu sehen u. Fibern in ihrer Mitte, bestimmt, wie es ihm schien, zu verhindern, dafs sich die Adern nicht biegen, oder brechen. Wodurch Mariotte getäuscht wurde, ist leicht zu errathen; die gefärbten Flüssigkeiten finden sich allerdings oft nur in dem Baste um die Bündel der Spiralgefäße; den Bast sah er für die Haut der Adern an, und die Spiralgefäße selbst für Fibern in ihrer Mitte.

Der erste, welcher die *Spiralgefäße* der Pflanzen bemerkte, war Marcello Malpighi. Sie bestehen nach ihm aus einem schmalen schraubenförmig gewundenen Bande, und dienen

*) Adr. Spigelii Ifagoge in Rem Herbariam Patav. 1606. 4. Helmst. 1667. 4 auch in dessen Opp. omn. Amstel. 1645 fol. L. 1. c. 3.

** Essais de Physique. Prem. Ess. de la Vegetation des plantes par Mr. Mariotte. Par. 1679. 12mo p. 64 - 72.

nen als Luftgefäße, zu welcher Meinung ihn wahrscheinlich die Aehnlichkeit mit den Luftgefäßen der Insecten, deren Entdecker er ebenfalls war, bewog. Er nannte sie also tracheas, ein nachher fast allgemein angenommener Name. Früher als Malpighi's Anatomie plantarum erschien zwar der Anfang einer Anatomie der Pflanzen von Grew, worin dieser die Oeffnungen der Spiralgefäße in Querschnitten, aber nicht ihren Bau beobachtete. In der Vorrede zu seiner ausführlichern Anatomie der Pflanzen gesteht er ausdrücklich, daß Malpighi die spiralförmige Windung der Tracheen zuerst gesehen habe.

Von Malpighi bis Bonnet ist nicht viel über diesen Gegenstand geschrieben worden. Ich führe nur eine Beobachtung von Bülfinger *) an, daß die Tracheen in trocknen Zweigen offen bleiben, und daß man durch sie blasen könne, zu welchem Versuche er besonders die Zweige des Weinstocks empfiehlt. Bonnet füllte zuerst die Gefäße der Pflanzen mit gefärbten Flüssigkeiten **), und bemerkte dabey, daß sie bloß in den Gefäßen des Holzes aufstiegen, aber er untersuchte diese nicht genauer. Reichel, Professor zu Leipzig, bewies zuerst durch Versuche, daß solche Flüssigkeiten nur in die Spiralgefäße dringen ***). Die-

* Commentation. Academ. Petropolit. T. 4. p. 182.

**) Recherches sur l'Usage des feuilles par Ch. Bonnet. Götting. 1754 p. 222.

***) Dissertatio de vasis plantarum spiralibus praef. G. C. Reichel resp. C. C. Wagner. Lips. 1758. 4.

Diese merkwürdigen, sehr leicht nachzumachenden Versuche wurden lange Zeit hindurch fast gar nicht wiederholt, man führte sie als problematisch an, und in den Lehrbüchern der Botanik war nur von Tracheen oder Luftgefäßen die Rede.

Moldenhauer (De Vasc. pl. §. 11 - 13. 16.) widerlegt zuerst Ludwigs abentheuerliche Meinung in dessen Instit. Regni Veget. §. 343, wo er behauptet, die Spiralgefäße entstünden aus vertrockneten Zellen innerhalb der Höhlung anderer Gefäße. Ludwig hat, wie die ältesten Botaniker, ohne Zweifel die Nerven der Pflanzen für Gefäße gehalten, sonst lassen sich seine sonderbaren Meinungen nicht füglich erklären. Moldenhauer hält die Spiralgefäße für Saftgefäße, weil sie gefärbte Flüssigkeiten einnehmen. Sie bestehen nach ihm aus einem spiralförmig gewundenen Bande; die Ränder der Windungen sind etwas verwachsen und werden durch zellige Fäden zusammengehalten, welche längs den Gefäßen hinlaufen. Wahrscheinlich meint er das oft dicht anliegende Zellgewebe. Er will Löcher in ihnen bemerkt haben, auch behauptet er, sie fänden sich in dem Splinte und der Rinde.

Nach Mustel *) sind die Spiralgefäße keine Gefäße, sondern gedrehte Fasern, nur in den jün-

*) *Traité theorique et pratique de la Vegetation* par Mr. Mustel. Par. 1780. T. I. Ich kenne die Schrift nur aus der Recens. in den Göttingischen Anzeigen.

jüngeren Theilen der Pflanze anzutreffen, und zur Beförderung des Triebes allein bestimmt. Mayer (Mem. de l'Acad. de Berl. 1793. p. 54) glaubt, es sey die Luft, welche auf die hohlen und reizbaren Fasern der Gewächse so wirke, daß sie sich nun um ein anderes gerades Gefäß winden.

• Aeufserst merkwürdig sind die Bemerkungen eines unserer genauesten Beobachter, dessen Geschicklichkeit in mikroskopischen Untersuchungen vorzüglich groß war. Hedewig sah die gefärbten Flüssigkeiten in die Gefäße dringen, aber nicht den ganzen Kanal, sondern nur die Windungen färben. Das Gefäß sey also doppelt, ein gerader, ununterbrochener Kanal diene bloß zur Aufnahme der Luft, eine andere viel feinere Röhre winde sich um den Luftkanal und diene zur Einsaugung der Flüssigkeiten. Ueberall werden nach ihm die Luftgefäße von den Saftgefäßen begleitet; in einigen Wasserpflanzen, in den Moosen u. s. w. liege sogar ein gerades Saftgefäß neben dem Luftgefäße; nur gegen die Oberfläche der Pflanzen entferne sich oft ein Saftgefäß von dem Luftgefäße, und jedes verbreite sich besonders (De fibr. veget. ortu p. 19, 23. Spec. Muscor. p. 59). Unstreitig wurde der schätzbare Mann durch frühere, glückliche Entdeckungen verleitet, zu viel zu sehen.

Zu derselben Zeit erschien eine kleine nicht unwichtige Schrift von Comparetti *) über

*) Prodomo di fisica vegetabile. Padova 1791. 8. p. 59.

über die Physiologie der Pflanzen. Die Versuche mit gefärbten Flüssigkeiten gelangen ihm vortrefflich, er empfiehlt aber, statt der bis dahin gebräuchlichen Fernambucktinctur die Tinte. Nur die Spiralgefäße wurden gefärbt.

Sprengel, ein Botaniker von außerordentlichen Kenntnissen und ungewöhnlicher Gelehrsamkeit, läugnet gerade zu, daß sich die Spiralgefäße durch gefärbte Flüssigkeiten füllen lassen. Die natürlich rothen Streifen mancher Pflanzen, z. B. der Balsamine, täuschen die Beobachter, wie er glaubt, indem sie solche Streifen für Gefäßbündel hielten, mit Fernambucktinctur gefärbt. Die Tinte, wie alle scharfen Mittel, könne die Gefäße so leicht zerfressen, daß man nicht im Stande sey, etwas Richtiges daraus zu folgern (Anleit. z. Kenntn. d. Gew. Th. 1. S. 97 folg.). Er hält die Spiralgefäße für schraubenförmig gedrehte Blättchen, deren Bestimmung die Beförderung des Triebes sey. Sprengel scheint durch ein Mißverständniß das, was die Schriftsteller von der Füllung der Spiralgefäße in abgeschnittenen Zweigen erzählten, auf unversehrte Pflanzen bezogen zu haben, vielleicht, weil er mit Recht dachte, man werde nicht das Aufsteigen einer Flüssigkeit in ein geöffnetes Haarröhrchen für einen Beweis halten, dieses Röhrchen sey ein Saftgefäß.

Mirbel rechnet die Spiralgefäße zu den Saftgefäßen, weil sie gefärbte Flüssigkeiten aufnehmen, und stimmt in Rücksicht ihres Bau-

Baues ganz mit Malpighi überein (Hist. nat. d. pl. T. 1. p. 65), doch setzt er, sehr unrecht, hinzu, der Faden sey von der Rechten zur Linken gewunden, welches keinesweges immer der Fall ist.

Bernhärđi (Ueber Pflanzengefäße S. 24) hat eine besondere Meinung von diesen Gefäßen. Sie bestehen, nach ihm, aus einem geraden sehr zarten Kanal, welchen ein spiralförmig gewundener Faden, gleich einer Spiralfeder ausspannt und offen erhält. Schneidet man den Kanal durch, so fällt diese Spiralfaser heraus. Durch viele Gründe sucht er darzuthun, daß die Spiralgefäße keine Saftgefäße, sondern Luftgefäße seyen, wenigstens eine gasförmige Flüssigkeit führen, deren Natur wir noch nicht kennen. Treviranus (vom inwend. Bau d. Gew. c. 3.) scheint in der Hauptsache dieser Meynung seinen Beyfall zu geben.

So mannichfaltig sind die Meinungen der Schriftsteller über diese Gefäße. Wir wollen nun den Gegenstand selbst betrachten.

§. 2.

Man kann diese Gefäße mit einem einfachen Vergrößerungsglase oder auch mit bloßen Augen leicht erkennen, wenn man dünne Zweige von Rosen, Weiden und andern Bäumen und Sträuchen halb durchbricht und die zurückgebliebenen Fasern untersucht. Sie
er-

erscheinen dann als spiralförmig gedrehte Fäden. Deutlicher sieht man sie unter dem zusammengesetzten Mikroskop, als Röhren, welche dunkle zarte Queerstreifen haben, und oft an den Enden abgerollt, als schraubenförmig gewundene Fäden oder Bänder liegen.

Um den Bau dieser Gefäße kennen zu lernen, schien es nöthig, gefärbte Flüssigkeiten in ihnen aufsteigen zu lassen. Ich bediente mich dazu nicht allein der Fernambucktinctur, sondern auch der Lackmustinctur, der Tinte und anderer Flüssigkeiten. Ich setzte die abgeschnittenen Zweige in eine solche Flüssigkeit, ließ sie 12-24 Stunden darin stehen, schnitt sie dann, der Länge nach, durch, nahm, wo ich gefärbte Streifen sah, ein Scheibchen weg, und brachte dieses, mit Wasser bedeckt, unter das Vergrößerungsglas. Was von dem Zweige in die Tinctur eingetaucht gewesen war, schnitt ich sorgfältig ab, weil dieses durch den Druck der umher befindlichen Flüssigkeiten angefüllt seyn konnte, auch vermied ich hohle und lockere Zweige, in welchen die Flüssigkeiten, wie in einem Schwamme, aufsteigen. Nie beförderte ich durch Saugen oder andere Mittel die Erhebung der Flüssigkeit, sondern überließ das Einsaugen an einem hellen luftigen Orte ganz der natürlichen Wirkung der Gefäße.

Waren die Pflanzen jung und zart, hatten sie nicht lange in der Tinctur gestanden, so bemerkte ich Erfolge, welche für Hedwigs
Theo-

Theorie sehr zu sprechen schienen. Der Kanal in der Mitte des Spiralgefäßes blieb leer und ungefärbt, nur die Querstreifen, woran diese Gefäße so kenntlich sind, hatten die Farbe angenommen. Fig. 18 stellt solche mit Tinte gefüllte Gefäße aus *Lycopsis nigricans* vor. Ich könnte eine ganze Reihe von Pflanzen anführen, mit welchen ich diese Versuche gemacht habe. Nie bin ich im Stande gewesen, eine besondere Röhre, um welche sich die Saftgefäße wickeln, wie Hedwig angiebt, wahrzunehmen, ungeachtet mir oft Spiralgefäße vorgekommen sind, an denen die Windungen weit von einander abstanden, so daß man bequem zwischen ihnen durchsehen konnte. Sprengel, Rudolphi, Bernhardi haben ebenfalls dergleichen nie gesehen; der letztere sagt sehr richtig (a. a. O. S. 4), die Spiralgefäße würden nicht so oft abgerollt daliegen, wenn sie um eine Röhre gewunden wären. Auch habe ich an ältern Pflanzen, von stärkeerm Baue, welche lange in dem Pigment gestanden hatten, den ganzen Kanal angefüllt gesehen. Besonders steigt die Lackmustinctur leicht in diesen Gefäßen in die Höhe und erfüllt den ganzen Kanal. An *Scrophularia sambucifolia*, *Canna indica coccinea*, Hyacinthen und vielen andern habe ich dieses deutlich beobachtet.

Eben so wenig ist es mir möglich gewesen, die Röhre zu finden, welche nach Bernhardi's Angabe von dem spiralförmig gewundenen Faden ausgespannt erhalten wird. Ich
habe

habe sie in vielen Pflanzen, auch im Kürbiss, welchen der Verfasser ausdrücklich anführt, vergeblich gesucht. Er gesteht selbst (a. a. O. S. 41), man könne die Membrane dieses Kanals sehr schwer von dem anliegenden Zellgewebe unterscheiden. Wenigstens gehört die Röhre, welche er um die Ringgefäße in Zea Mays abbildet (T. 1. F. 10) offenbar zu dem anliegenden Zellgewebe. Auch Rudolphi sah eine solche Röhre nicht.

Ich bleibe also bey der alten, von Malpighi angenommenen Vorstellung, daß die Gefäße aus einem schraubenförmig gewundenen Bande bestehen, dessen Windungen dadurch, daß sie an einander schliessen, den Kanal bilden. Dieses Band scheint nach aussen etwas convex, nach innen eben so concav, wodurch also inwendig von den einwärts gebogenen Rändern Hervorragungen entstehen, welche das quergestreifte Ansehen der Gefäße verursachen. So gleicht also ein Spiralgefäß völlig einer Schraubenmutter. Auf den vorspringenden Rändern des gewundenen Bandes setzt sich das Pigment, färbt also die Querstreifen besonders, und macht, daß nicht der ganze Kanal, sondern jene Streifen allein gefärbt erscheinen, wie es auch Fig. 18. vorgestellt ist. Die Täuschungen, daß sich ein spiralförmig gedrehter Faden in einer Röhre befinde, oder umgekehrt ein zartes Gefäß sich um eine Röhre wickele, rühren von diesen nach innen vortretenden Rändern des gewundenen Bandes her. Hieraus lassen sich die Er-

• Erscheinungen, welche man an den Spiralgefäßen, und an ihrem Uebergange in Treppengänge wahrnimmt, leicht erklären.

Wenn die Windungen dieses Bandes dicht an einander schliessen, so läßt sich leicht begreifen, wie die Säfte in dem dadurch gebildeten Kanal in die Höhe steigen. Sehr oft aber sieht man die Windungen beträchtlich von einander entfernt, wie Fig. 19. und doch werden solche Gefäße völlig von gefärbten Flüssigkeiten gefüllt. Ich glaubte zuerst, eine äußerst feine durchsichtige Haut verbinde die Windungen. Aber es ist mir nicht möglich gewesen, ein solches Häutchen genau zu sehen, und in vielen Fällen war gewiß keines vorhanden. Doch es bedarf auch eines solchen Häutchens nicht; die Windungen sind einander so nahe, daß sie schon vermöge der ziehenden Kraft gleich den Haarröhrchen die Flüssigkeiten nicht fahren lassen würden. Ueberdies steigt im gewöhnlichen Zustande der Saft wohl nicht so sehr in dem Kanal in der Mitte, als in dem concaven Bande, gleichsam als in einer Rinne auf. Man sieht endlich bey Pflanzen, welche lange Zeit in gefärbten Flüssigkeiten gestanden haben, welche Gefäße mit lokkern Windungen besitzen, das anliegende Zellgewebe gefärbt, als sey die Tinctur zwischen den Windungen der Gefäße durchgedrungen. Ich habe ein Beyspiel an dem jungen Halme der *Phalaris arundinacea* vor mir.

D

Dafs

Dafs ein so genauer Beobachter, wie Sprengel, das Aufsteigen der gefärbten Flüssigkeiten läugnet, konnte nur, wie ich oben gesagt habe, von einem Mißverständnisse herühren. Nach der Erscheinung von Sprengels Werke haben Bernhardi, Rudolphi, Cotta *), Frenzel **), Mirbel ***), — die Gefäße mit Pigmenten gefüllt. Sogar dicke, gar nicht scharfe Flüssigkeiten werden aufgenommen. Ich löste Haufenblase in Wasser auf, rührte Kienruß damit zusammen, und setzte einen Zweig von *Borrigo officinalis* hinein. Die Spiralgefäße waren zum Theil damit erfüllt, doch unterbrochen und ungleich, wie ich es auch bey den Einspritzungen mit dicker Tinte oft bemerkt habe; eine Bestätigung der Ungleichheiten auf der innern Fläche der Gefäße.

Osiander hat viele Versuche über die Einspritzungen der Gefäße durch Quecksilber angestellt (s. Götting. Anzeig. 1806. v. 6. Decemb) Ich habe einige wiederholt. Allerdings dringt

*) Naturbeobachtungen über Bewegung und Function des Safts in den Gewächsen v. H. Cotta. Weimar 1806. Titelpuffer.

**) Physiologische Beobachtungen über den Umlauf des Safts in den Pflanzen und Bäumen v. F. I. Frenzel. Weimar 1804.

***) Memoire sur les fluides contenus dans les vegetaux suivi d'une note sur l'organisation des plantes per Brisseau. Mirbel, Annal. du Museum T. 7. p. 275, 276.

dringt das Queckfilber in die Pflanzen, aber es verdient hier noch mehr den Vorwurf, den mancher in der Thieranatomie machte, daß es sich selbst Wege bahne. Sichere Resultate haben mir solche Versuche nie geliefert.

§. 3.

Die Spiralgefäße zeigen sich in manchen Abänderungen. Das Band, woraus sie bestehen, ist nicht immer einfach, sondern oft aus mehrern zusammengesetzt. Sprengel hat so viel ich weiß, dieses zuerst beobachtet und vorgestellt (a. a. O. Th. 3. Fig. 6.), obgleich Treviranus sagt (a. a. O. S. 35), schon Grew habe dieses bemerkt. Aber die Stelle bey Grew: *E taenia constant, non lamina, nam ipsa taenia e certo numero fibrarum rotundarum est composita* (Misc. cur. l. c. p. 163. 249) ist mir wenigstens in der Uebersetzung dunkel, und scheint sich auf die Querstreifen, so wie auf die Vermuthung zu beziehen, daß alles aus Fiebern bestehen müsse. Eben diese Querstreifen, so wie die äußere Convexität veranlaßten Grew zu der Behauptung, das Spiralgefäß sey nicht aus einem Bändchen, sondern aus einem runden Faden zusammengewickelt. Bernhardt (a. a. O. S. 24) bemerkte im Kürbilsstamme sieben bis acht vereinigte Fäden, Treviranus (a. a. O. S. 35) in der *Musa sapientum*, fünfe, in *Amomum Zerumbet* acht bis zehn (das. T. 1. F. 3.); ich habe in sehr vielen Pflanzen, zwey, drey und mehr vereinigt gesehen;

die meisten aber, nämlich sieben in dem Wurzelstocke der *Musa paradisiaca*.

In einem und demselben Theile habe ich oft das Band von der Linken zur Rechten und von der Rechten zur Linken gewunden angetroffen, auch ein Beyspiel Fig. 13 b. vorgestellt. Grew's Behauptung, daß die Spiralgefäße im Stamme nach einer entgegengesetzten Richtung gewunden wären, als in der Wurzel, ist also ganz falsch (S. Misc. cur. l. c. p. 164). Sprengel hat ebenfalls, wie ich glaube, zuerst beobachtet, daß in demselben Gefäße oft zwey Bänder um einander in entgegengesetzter Richtung gewickelt sind (a. a. O. Th. 1. S. 110. F. 16) und eben dieses finde ich in sehr vielen Gewächsen.

Die Spiralgefäße vieler Pflanzen sind leicht abzurollen, anderer nicht. Sie lassen sich in den Gräsern nie abrollen, wie Rudolphi zuerst sehr richtig erinnert hat. Man kann sie in einem solchen Zustande, wo die Windungen ursprünglich genau verwachsen sind, mit den Treppengängen leicht für einerley halten.

Zuweilen scheinen die Spiralgefäße um das anliegende Zellgewebe gewunden, bey nahe so wie dieses Malpighi (Opp. T. VI. F. 23.) abbildet. Er vergleicht diesen Fall mit den Luftröhren und den Zellen der Lungen. Mir ist diese Täuschung oft vorgekommen, denn ohne Zweifel schien hier das Zellgewebe

be durch die zarten, durchsichtigen Spiralgefäße durch.

Wenn mehrere Spiralgefäße dicht neben einander liegen, so sah ich oft die Windungen des einen am Rande zwischen die Windungen des andern treten, wodurch ein dunkler Streifen an der Grenze beider entsteht, s. Fig 18. a. Es scheint, als ob hier eine innige Vereinigung mehrerer Gefäße anfange.

Dieses sind die Abänderungen im Baue der Spiralgefäße; wir kommen nun zu den Veränderungen dieser Gefäße.

§. 4.

Es giebt Gefäße in den Pflanzen, welche die ältern Beobachter mit den Spiralgefäßen für einerley hielten, oder sie als unbedeutende Abänderungen nicht achteten. Hedwig bemerkte zuerst, daß die Spiralgefäße auffallende Veränderungen erleiden, und nach und nach in gleichförmige Röhren, oder Fibern übergehen (*de fibr. veget. ortu* p. 25. 26.), wobey er eine sehr deutliche Beschreibung der nachher sogenannten falschen Spiralgefäße liefert. Er schreibt diese Veränderungen dem Stocken des Nahrungslastes in ihnen zu (*a. a. O.* S. 26. und *Spec. Musc. fr.* p. 133). Mirbel unterscheidet genau *fausses trachées*, oder Gefäße mit kürzern und längern Spalten an den Seiten, und *tubes poreux*, oder Röhren mit einzelnen runden Löchern; er hält sie alle für ver-

verschiedene Arten von Gefäßen, die keinesweges aus einander entspringen (Hist. nat. d. pl. T. 1. p. 64. 65). Sprengel behauptet mit Hedwig, die Treppengänge, wie er diese Arten von Gefäßen nennt, entstünden aus den Spiralgefäßen (a. a. O. Th. 1. S. 104), und auch Rudolphi ist dieser Meinung. Bernhardi hingegen hält die Treppengänge für eine ganz andere Art von Gefäßen, doch trennt er von ihnen die tubes poreux nicht (a. a. O. S. 33. 26); Treviranus hingegen glaubt, mit Mirbel alle drey Arten für verschieden halten zu müssen (a. a. O. Kap. 3 und 4). Leeuwenhoek kannte die punctirten Gefäße schon *), wie ich aus Treviranus Schrift sehe, wozu ich noch setzen will, daß Moldenhauer auch schon der Poren in den Gefäßen erwähnt (a. a. O. S. 24). Ob die Streifen und Punkte von Erhöhungen oder Oeffnungen herrühren, darüber ist man ebenfalls verschiedener Meinung. Hedewig erklärt sich nicht deutlich, Mirbel hält sie für Spalten und Poren, Bernhardi bestimmt für Hervorragungen (S. 34. 35), Treviranus in den fausses trachées für Spalten, in den tubes poreux, welche er getüpfelte Gefäße nennt, für Erhöhungen. Auch über den Begriff von Treppengängen ist man nicht einig; manche rechnen dahin alle Gefäße, welche sich nicht abrollen lassen, indem sie auf diesen nicht wesentlichen Umstand sehen, der von ei-

*) Opera omnia Lugd. Bat. 1722. T. 1. P. 11. p. 12. f. 7. H. H. und p. 20. Fig 11. G. F. 13. T. Fig. 18. E.

einer stärkern Verbindung der Windungen herrührt. Ich nenne Treppengänge alle Gefäße mit gebogenen, unterbrochenen, unregelmäßigen Querstreifen, und halte die punctirten oder getüpfelten Gefäße für gleichartig mit denselben.

Verschiedene Formen von diesen *Treppengängen* aus dem Kürbiss habe ich Fig. 20, 21 abgebildet. Die Uebergänge von den getüpfelten Gefäßen durch die Treppengänge in die Spiralgefäße sieht man in dem Längsdurchschnitte eines Weidenzweiges, Fig. 22 a. b. c. d, wo die vollkommenen Spiralgefäße nahe am Marke e liegen. Bernhardt hat ebenfalls eine Menge Abänderungen abgebildet, doch dünkt mich, gegen die wahre Ansicht, zu sehr vergrößert. Die Abänderungen zeigen sich aber in solcher Menge, daß man sie unmöglich alle angeben kann. Diese Mannigfaltigkeit, die deutlichen Uebergänge machen die Verwandlung eines Gefäßes in das andere schon sehr wahrscheinlich, obgleich sie solche noch nicht beweisen.

Als Hauptgründe gegen diese Verwandlung werden angeführt: Man finde in den jüngsten Pflanzen und den eben entwickelten Theilen derselben schon Treppengänge; in der Wurzel, den obern Theil ausgenommen, bemerke man nie Spiralgefäße; das äußere Holz, welches jährlich von neuem anwachse, enthalte nie Spiralgefäße, sondern immer Treppengänge.

Es

Es ist allerdings richtig, daß sich schon sehr früh in jungen Pflanzen und Theilen Treppengänge zeigen, aber ich habe doch immer in noch frühem Zustande, wahre Spiralgefäße, oder doch solche angetroffen, welche sich nur wenig von ihnen unterscheiden. Daß sich dergleichen Spiralgefäße oft nicht abrollen lassen, ist ein sehr zufälliger Umstand, der, wie oben erwähnt, beständig in den Gräsern zutrifft. Ich sehe in einem jungen Buchenbaume, und eben so in einem jungen Apfelbaume Spiralgefäße, und keine Treppengänge oder punctirte Gefäße, in einem ältern finde ich die letztern in Menge. Man untersuche einen jungen Kürbisszweig, und man wird in ihm sehr viele Spiralgefäße, aber sehr wenig Treppengänge antreffen. Man verfolge dasselbe Gefäßbündel bis zum ältern dickern Ende des Zweiges oder Stammes, und man wird viele Treppengänge, wenige oder gar keine Spiralgefäße antreffen. In den jungen Wurzeln der Hyacinthen, vieler Laucharten, der *Veltheimia viridiflora* und anderer sind wahre Spiralgefäße vorhanden. Wie nahe kommen nicht die Gefäße in dem Längsdurchschnitte einer Zaserwurzel von *Arctium Lappa* Fig. 23, oder *Triticum Spelta*, Fig. 42, den Spiralgefäßen, wie weit entfernen sich nicht davon die Gefäße in den ältern Wurzeln der erstern Fig. 24, oder der letztern Pflanze, Fig. 44! Also sind offenbar in den ältern Gewächsen sehr veränderte Gefäße, beynahe gleichförmige Röhren, dergleichen man in den jüngern keinesweges antrifft. Unten
wer-

werden wir sehen, daß der Holzwuchs in den ersten Jahren vielmehr die Verwandlung der Spiralgefäße in Treppengänge bestätige als widerlege, und später die schnelle Vermehrung des Bastes die Gefäße verändere.

Ich halte also mit Hedwig und Sprengel die Treppengänge sowohl als die getüpfelten Gefäße für veränderte Spiralgefäße. Wie diese Veränderung vorgehe, läßt sich leicht nachweisen. Die Windungen der Spiralgefäße verwachsen mit einander; durch den Anwuchs benachbarter Theile werden die Spiralgefäße gespannt oder gedrückt; die nach innen hervorstehenden Ränder des Spiralbandes werden mehr und mehr abgeglättet und verschwinden endlich beynahe ganz und gar. In diesem Zustande bilden sie, wie Hedwig nicht unrecht sagt, oft Holzfasern. Eben derselbe Druck oder Zug von den anliegenden Theilen bringt die wellenförmigen Biegungen der Querstreifen hervor, so wie die scheinbaren Spaltungen der Querlöcher, indem zwey Windungen übereinandergeschoben wurden, vielleicht auch wahre Spalten. Wir werden bald noch andere Wirkungen des Verschiebens zu betrachten haben. Es ist kein Wunder, daß in den schnell wachsenden Wurzeln, und in allen Theilen, wo solche Gefäße in Menge ihre Functionen äußern müssen, auch mehr alte veränderte Gefäße zu finden sind, als da, wo das Wachsthum ruhiger vor sich geht. Man bilde sich nicht ein, als ob die Spalten oder Tüpfeln so regelmässig geordnet

net wären, wie sie fast alle Schriftsteller darstellen, man kann sich vielmehr nichts unregelmässiger und mannichfaltiger vorstellen, als die Vertheilung jener Querstreifen und Punkte. Hiemit will ich aber nicht behaupten, als ob alle Gefässe ursprünglich Spiralgefässe seyn müßten, die sich abrollen lassen. In den Gräsern lassen sie sich nie abrollen. Sie können im Anfange schon mehr oder weniger verwachsene Windungen haben, und sich schon mehr oder weniger dem Zustande der Treppengänge nähern.

Zuweilen ist mir die Grösse der Treppengänge in Vergleichung mit den Spiralgefässen aufgefallen. Es scheint mir daher, als ob zwey an den Rändern in einander gefugte Spiralgefässe, deren oben erwähnt ist, zusammen in einen Treppengang verwachsen können.

Die grossen Oeffnungen, deren Treviranus in den getüpfelten Gefässen gedenkt (a. a. O. S. 61.) habe ich nie finden können. Sie scheinen mir von einer Täuschung entstanden zu seyn. Ueberhaupt scheinen die im Holze der Pflanzen äusserst häufigen Körner von Stärkmehl diesen Schriftsteller sowohl als Mirbel an manchen Stellen irre geleitet zu haben.

Die Treppengänge und getüpfelten Gefässe werden zwar nicht so leicht, aber doch allerdings mit gefärbten Flüssigkeiten gefüllt.
Sol-

Solche mit Tinte gefüllte Gefäße aus der Wurzel von *Borrage officinalis* stellt Fig. 25. vor. Aehnliche Versuche habe ich mit Tannenzweigen, *Sedum Telephium* und andern Pflanzen angestellt.

§. 5.

Es giebt Treppengänge und getüpfelte Gefäße, an denen man Stellen sieht, wo Querwände in sehr verschiedenen und unbestimmten Richtungen zu liegen scheinen. Ein Beyspiel stellt Fig. 24. vor. Ich finde hievon bey den Schriftstellern wenig bestimmte Nachrichten; am genauesten redet von ihnen Treviranus (a. a. O. S. 63) und durch diesen erfahre ich, daß Leeuwenhoek schon dergleichen (Opp. T. 1. P. 1. p. 20. F. 12.) abgebildet hat. Es sind keine wirkliche Querwände, wie Fig. 25. zeigt, da die Tinte durch solche Stellen gedrungen ist, und den höher liegenden Theil des Gefäßes gefärbt hat. Neben diesem Gefäße mit starken Querstrichen liegt Fig. 24. ein anderes, an welchem man eine starke Zusammenschnürung und fast einen völligen Absatz bemerkt. Diese Gefäße sind längst bekannt, aber lange nicht beachtet. Malpighi giebt davon kenntliche, obgleich sehr rohe Abbildungen (Opp. T. 1. F. 21. 29.) und wo die ältern Beobachter von Valveln reden, meinen sie wahrscheinlich diese Stellen. Mirbel stellt sie deutlich vor, und nennt sie *vaisseaux en chapelet* (Ann. d. Mus. T. 5. p. 33. Pl. 8); Bernhardi führt a. a. O. S.

49. eine Abänderung derselben als halsbandförmige Gefäße auf*), und Treviranus (a. a. O. S. 69) giebt ihnen den Namen der wurmförmigen Körper. Die beiden letztern halten sie für nicht völlig ausgebildete Gefäße, und Treviranus setzt (S. 81. folg.) diesen kleinen Traumi weiter bis zu den Spiralgefäßen fort. Ohne Zweifel rühren die Quersiriche sowohl als die Zusammenschnürungen von einer Falte, einer Biegung, oder Verschiebung her, welche durch den Andrang des anwachsenden Zellgewebes entstanden ist. Daher bemerkt man sie in den Wurzeln, den jungen rasch wachsenden Stämmen, überhaupt überall, wo ein schnelles Wachsthum sowohl in die Länge als in die Dicke Statt findet, aber nie in den völlig jugendlichen Theilen, in den Zaserwurzeln (vergl. Fig. 23. 24) dem eben aus dem Keime entwickelten Stamme, oder da, wo das Wachsthum wenig in die Dicke geschieht. Sehr deutlich wird man eine solche Verschiebung an dem Gefäße gewahr, welches ich aus der Wurzel von Angelica Archangelica Fig 26. abgebildet habe, und zwar an der mit a bezeichneten Stelle. Nach der Verschiebung ziehen sich die Stellen der Verrückung zusammen, es entstehen Zusammenschnürungen, und das Ganze wird gleichsam eine Reihe von zusammenhängenden Zellen, so daß der Name *vaisseaux en chapelet*, *vasa mo-*

*) Von den eigentlichen Gefäßen dieser Art glaubt er (T. 2. F. 5 b.) sie wären mit Zellgewebe bedeckt, aber man sieht sie oft, wo sich solche Zellen nie finden.

moniliformia) am besten dafür paßt. Ueberzeugender wird dieses werden, wenn wir die Art erwägen, wie Stämme und Wurzeln in die Dicke wachsen.

§. 6.

Die *Ringgefäße* hat zuerst Bernhardi (a. a. O. S. 27) unterschieden und beschrieben, obgleich sie Babel *) zu gleicher Zeit, aber ohne Namen dargestellt hatte. Ihren Uebergang in die *Spiralgefäße* hat Bernhardi wohl erkannt. An diesen Gefäßen meint er, könne man den Bau der *Spiralgefäße* kennen lernen, weil hier die Ringe von der einschließenden Röhre sich deutlich unterscheiden ließen. Fig. 27 ist ein Ringgefäß aus einem Kürbisszweige. Sie kommen nur in schnell wachsenden Pflanzen vor, die bald zu einer ansehnlichen Länge aufschießen, z. B. in den Gräsern, den kürbissartigen Pflanzen, den Schafoten der lilienartigen u. s. w. Ohne Zweifel entstehen sie dadurch, daß beym schnellen Wachsthum der anliegenden Theile, die Windungen der *Spiralgefäße* von einander gerissen werden, und einzeln stehen bleiben, wie solches der Uebergang in ein *Spiralgefäß* Fig. 27 deutlich zeigt. Es wird also ferner dazu erfordert, daß die *Spiralgefäße* fest an das Zellgewebe oder an die benachbarten Gefäße gewachsen sind, und daher von diesen gewaltsam fortgerissen werden; ein Umstand, der, wie wir

*) Dissert. de Graminum fabrica. Hal. 1805.
Fig. 2.

wir schon gesehen haben, bey den Gräsern besonders zutrifft. Auch sieht man daraus leicht ein, wie Bernhardi dadurch verleitet wurde, diesen Ringen eine besondere Röhre, worin sie stecken sollen, zuzuschreiben.

§. 7.

Alle diese Gefäße sind niemals wirklich ästig, und schon Malpighi hat mit Recht gesagt, es gebe in den Pflanzen durchaus keine ästige Gefäße. Statt der Aeste gehen Gefäße von einem Bündel zum andern über; und machen durch diese Trennung und Vereinigung zum Beyspiel in den Blättern wahre Netze. Nur allein Bernhardi versichert (a. a. O. S. 30) ästige Gefäße wahrgenommen zu haben. Es scheint mir eine Täuschung gewesen zu seyn, denn da, wo Zweige sich entwickeln, erscheinen die Gefäße bald enger, bald weiter, ja oft so enge zusammengedrückt, daß eines aus dem andern hervorzukommen scheint, s. Fig. 19.

Die Gefäße erstrecken sich ununterbrochen fort, besonders in dem Stamme und den Aesten. In den Knoten sind sie aber oft so zusammengedrängt und so verwirrt, daß man jedes einzelne Gefäß nicht verfolgen kann, besonders da man immer nur kleine Scheibchen unter das Mikroskop bringen muß, und keine große Stücke zu übersehen sind. Gewiß entstehen dort, so wie in den Blüten und Früchten, neue Gefäße. Man kann die Gefäßbündel z. B. aus dem Blüthenstiele in den Blü-

Blüthenboden und in die Blüthen der Syngonisten deutlich verfolgen, aber die Menge der Gefäße in dem Stiele würde durchaus nicht hinreichen, um durch Vereinzelung jeder Blüthe, jedem Staubfaden sogar seine Gefäße zu geben. Es geschieht daher gleichsam eine Einimpfung, indem sich neue Gefäße an die alten anlegen (s. Fig. 19.) Auf diese Weise stehen alle Gefäßbündel der ganzen Pflanze mit einander in Verbindung, und da die Bündel selbst mit bloßen Augen, oder einem einfachen Vergrößerungsglase zu sehen sind, so läßt sich begreifen, wie man sie von der Wurzel bis in die Blüthe verfolgen kann.

Nahe an der Oberfläche sollen sich nach Hedwig die spiralförmig gewundenen eigentlichen Saftgefäße von den Luftgefäßen trennen und für sich fortgehen (de fibr. veg. ortu p. 23). Da man keine besondere Luftgefäße findet, so fällt auch diese Behauptung weg. Ich habe die Spiralgefäße bis in die äußersten Spitzen der Blätter von *Humulus Lupulus* und bis in die äußersten Spitzen der Blumenblätter von *Alcea rosea* mühsam verfolgt, und sie dort plötzlich geendigt gesehen, ohne irgend eine Veränderung der Form.

Die zuführenden Gefäße sollen nach Hedwig (a. a. O.) in den Moosen, Pilzen und Wasserpflanzen, z. B. *Equisetum*, *Alisma Plantago*, *Sagittaria sagittifolia* gerade seyn und an dem Luftgefäße anliegen. *Equisetum*, *Alisma Plantago* und *Sagittaria sagittifolia* ha-

haben deutliche Spiralgefäße; Moose und Pilze habe ich oft in gefärbte Flüssigkeiten gesetzt, aber nie ein gerades Gefäß bemerken und anfüllen können.

Die Grösse dieser Gefäße ist sehr verschieden; nicht allein in einer und derselben Pflanze, sondern auch in einem und demselben Bündel sind Gefäße von verschiedener Grösse. Auch kommt ihre Grösse nicht mit der Grösse der Pflanze überein; grosse Bäume, z. B. die Pinus Arten haben kleine Gefäße. Zuweilen, doch nicht immer, richtet sich die Grösse nach den Familien der Pflanzen; so hat die *Veltheimia viridiflora* in ihrem Schafte ziemlich kleine, *Hyacinthus orientalis* viel grössere Spiralgefäße. Am kleinsten sind sie in einigen Wasserpflanzen.

Immer haben die Gefäße eine weisse Farbe, nie habe ich die Membran gefärbt gesehen. Auch ist in der Regel der enthaltene Saft ungefärbt. Uebrigens ist es mir nicht möglich gewesen, sie von dem Baste zu sondern, und einer chemischen Untersuchung für sich zu unterwerfen. Wahrscheinlich verhalten sie sich dann wie der Zellstoff.

Die Spiralgefäße verbreiten sich fast in alle Theile der Pflanze, und machen das Skelet derselben. Wirklich nennt man auch die netzförmig vertheilten Bündel von Spiralgefäßen in den Blättern, nachdem sie von allem dazwischen liegenden Zellgewebe befreyet

freyet sind, das Blattskelet. Nur in den Antheren und dem Pollen habe ich nie Spiralgefäße gefunden. Der Bast begleitet sie überall, und wir nennen die Gefäßbündel mit Bast vermengt, *Holz*. Zellgewebe, welches das Holz rund umher umgiebt, wird *Rinde* genannt, welches von ihm rund umher umgeben wird, *Mark*.

8.

Vielen Pflanzen fehlen alle diese Gefäße. In den anomalen Pflanzen, oder den Pflanzen mit anomalem Zellgewebe, nämlich den Lichenen, Algen, Pilzen hat man sie nie angetroffen; ich selbst habe keine Spur davon finden können. Die *genuinen* Pflanzen mit regelmässigem Zellgewebe theilen sich wiederum in zwey groſse Klassen, in die *spiralführenden* (*spiriferae*) und *spirallosen*. Zu den letztern gehören die Laubmoose, die Lebermoose und einige wenige Wassergewächse; nach meinen Untersuchungen allein Chara, Zosteria, Lemna, Ceratophyllum. In diesen habe ich, aller Bemühungen ungeachtet keine gefunden, wohl aber in Alisma, Sagittaria Butomus, Nymphaea, Hydrocharis, Hippuris, Callitriche, Potamogeton, Zannichellia, Myriophyllum, Ruppia, Ranunculus aquatilis und den verwandten Arten, doch sind sie in einigen der letztern sehr zart. Najas und Vallisneria habe ich nicht frisch untersucht.

Frenzel (a. a. O. S. 198), Bernhardi (a. a. O. S. 11.) auch Rudolphi sprechen den Pinus Arten die Spiralgefäße ab. In einer jungen Pflanze von Pinus Pinea habe ich sie deutlich gesehen, mit Lackmustinctur gefüllt und in dem Längsschnitte nahe am Marke Fig. 28. vorgestellt. Auch finde ich sie in den jungen Schüssen von Pinus Strobus ziemlich leicht. Treppengänge oder getüpfelte Gefäße lassen sich in den Zweigen von Pinus Abies und Pinus sylvestris bald mit Tinte anfüllen.

Eben so spricht Bernhardi manchen Pflanzen aus den natürlichen Ordnungen Iunci und Asparagi die Spiralgefäße ab (a. a. O. S. 12), doch führt er namentlich nur Ruscus aculeatus an. In diesem habe ich aber in den jungen Trieben deutliche Spiralgefäße, obgleich von grosser Zartheit wahrgenommen. Andere Pflanzen aus diesen oder verwandten natürlichen Ordnungen ohne Spiralgefäße sind mir nicht vorgekommen.

§. 9.

Wie die Spiralgefäße ursprünglich entstehen und sich bilden, weifs ich nicht. Da sie später, als Zellgewebe, vorhanden sind, sagt Sprengel (Anleit. Th. 1. S. 106) so müssen sie wohl daraus entstehen. Dieses scheint mir nicht zu folgen, sondern ich glaube, daß sie zwischen den Zellen des Bastes aus dort ergossenen Safte sich erzeugen. Doch ich weifs da

davon nichts. Treviranus hat (a. a. O. S. 81. folg.) viel über den Ursprung aller dieser Gefäße gesagt, was mir äußerst hypothetisch scheint. Es ist schwer, sich der Hypothesen zu enthalten, aber es wird durchaus erfordert, wenn man die Naturkunde nicht entstellen will. Grew, welcher gern theoretisirte, schrieb die spiralförmige Form den spiralförmig gewundenen Lufttheilchen zu (Misc. cur. p. 186.). *Opinionum commenta delet dies.*

Uebrigens wachsen die Spiralgefäße durch Vergrößerung, und es entstehen neue zwischen ihnen. An einem gepropften Zweige kann man dieses deutlich bemerken. Ich habe genau gesehen, wie die Gefäße aus dem Propfreise von *Sorbus hybrida* in den Stamm von *Sorbus aucuparia* übergiengen. An einem andern schon vor mehreren Jahren gepropften Zweige war das äußere Holz verwelkt, das Holz des Pfropfreises aber sehr verlängert und vermehrt, und erst weit unten geschah die Verbindung zwischen Stamm und Pfropfreis. Es wächst also beym Pfropfen das Reis gleichsam in den Stamm hinein.

§. 10.

Außer diesen Gefäßen, welche man mit dem allgemeinen Namen *Spiralgefäße* nennen kann *) habe ich in den Pflanzen keine Gefäße be-

*) Eigentliche Spiralgefäße nenne ich sie im Gegenfatze mit den Treppengängen und getüptelten Gefäßen.

bemerkt. Die vasa fibrosa, succosa, sanguifera, lympheductus (s. Ludwig Institutt. §. 325) oder die fistulae lignae, vasa lignea von Malpighi sind Bast, die vasa nutrientia von Moldenhauer und Mayer eine theoretische Grille, die vasa medullaria von Moldenhauer Saftbehälter, die vasa revehentia und lymphatica von Hedwig Zellengänge. Von den vasis propriis wird in der Folge die Rede seyn.

Drittes Kapitel.

Von den Functionen der Gefäße und des Zellgewebes.

§. 1.

Es war die Aehnlichkeit mit den Tracheen der Insecten, welche die ersten Entdecker der Spiralgefäße auf die Vermuthung brachten, als wären sie ebenfalls Luftgefäße. Nachdem aber Reichel die Beobachtung gemacht hatte, daß gefärbte Flüssigkeiten in ihnen aufsteigen, so hielten sie alle Schriftsteller, wenn sie jene Versuche für richtig erkannten, und nur ihre Aufmerksamkeit darauf richteten, für Saftgefäße, wenigstens drückten sie sich zweifelhaft darüber aus. Nach Hedwig sind sie Luft und Saftgefäße zugleich; der innere Kanal führt die Luft, das Gefäß, welches sich um ihn wickelt, saugt den Saft ein. Sprengel hält sie nicht für Gefäße, sondern für gewundene Fibern, bestimmt, die Entwicklung der Triebe zu beschleunigen. Bernhardi hat sich große Mühe gegeben, zu beweisen, daß diese Ge-

Gefäße Luft und keinen Saft führen (Ueber Pflanzengef. S. 44), und seine Bemerkungen verdienen große Aufmerksamkeit.

Allerdings ist es sehr richtig, daß man nicht unterscheiden kann, ob der ausfließende Saft aus den Spiralgefäßen oder dem anliegenden Baste komme; es ist ferner sehr richtig, daß selten alle Gefäße in einem Bündel die gefärbte Flüssigkeit aufnehmen, wenn man nicht durch Saugen nachhilft, daß sie im Dunkeln und in der Kälte sich nur wenig durch solche Pigmente färben lassen. An einem Tage, wo die Temperatur der äußern Luft $+ 14^{\circ}$ R. war, setzte ich die Schäfte von *Primula Auricula* und *Hyacinthus orientalis* in einem dunkeln Keller bey einer Temperatur von $+ 4^{\circ}$ R. in Lackmustinctur, und fand am andern Tage das Pigment in dem ersten Schäfte zwar deutlich, doch nicht weit über den eingetauchten Theil aufgestiegen, in dem andern hingegen gar nicht. Aber es ist auch nicht zu verwundern, wenn unter so ungünstigen Umständen die Einsaugung schwerer geschieht, und gerade diese Versuche zeigen eine große Verschiedenheit in der Wirkung dieser Gefäße und der Haarröhrchen, welche im Dunkeln und in der Kälte nicht weniger als sonst die Flüssigkeiten einsaugen.

Bernhardi sagt ferner, man sehe nie den Saft aus den Spiralgefäßen hervorquillen. Aber es kommt darauf an, ob man gerade diese Gefäße in dem angefüllten Zustande treffe, oder

oder ob sie ihren Saft bereits ausgeleert hatten. So glaubten die Alten, es befinde sich in den Pulsadern Luft, und kein Blut. Wenn ferner die Flüssigkeit, wie in einer Schraubenmutter, bloß in den ausgehöhlten Windungen in die Höhe steigt; so sieht man leicht, daß sie aus ihnen nicht in der Menge ausfließen könne, wie in den davon strotzenden Zellen. Sie wird dort schon durch die Anziehung wie in Haarröhrchen zurückgehalten, auch fließt die Lackmustinctur nie aus den zer schnittenen Gefäßbündeln, ungeachtet sie sich, wie der Augenschein lehrt, ganz voll gezogen haben. Bernhardi sagt selbst, er vermöge die Behauptung, als ziehe sich die Flüssigkeit an den Wänden dieser Gefäße in die Höhe, nicht zu widerlegen, und gerade diese Behauptung ist, wenn man die Structur der Gefäße erwägt, die wahrscheinlichste. Den Aufenthalt der Luft in dem innern Kanale, so wie in allen innern Höhlungen des Pflanzenkörpers, läugne ich indessen keinesweges, aber daraus folgt noch nicht, daß man sie Luftgefäße nennen müsse.

Coulomb's Versuche *), welche Bernhardi für seine Meinung anführt, sprechen noch deutlicher für unsere Behauptung. Er fand zuerst, daß der Saft dann ausfließe, wenn der Theil des Stammes um das Mark durchbohrt

*) Experiences relatives à la Circulation de la sève dans les arbres in Memoir. de l'Institut national Sc. math. et physiq. T. 2. p. 246-248.

bohrt werde, und er zieht daraus die Folge, dort steige der Saft vorzüglich auf. Wir werden unten sehen, dass in dem Holze nur allein um das Mark eine Schicht vollkommener oder eigentlicher Spiralgefäße sich befinde. Also nicht aus dem Baste, worin Bernhardi die Säfte aufsteigen lässt, drang die Flüssigkeit hervor. Ueberdies hörte Coulomb ein Geräusch, wie von aufsteigenden Luftblasen, ohne Zweifel von der Luft, die sich aus den Kanälen in der Mitte der Spiralgefäße sammelte. Eine ähnliche Bemerkung machte v. Humboldt an der *Clusia rosea* *).

§. 2.

Ueberzeugend sind also Bernhardi's Gründe nicht, wodurch er diese Gefäße wiederum zu Tracheen machen will. Aber überzeugt sind wir auch noch nicht von der saftführenden Function dieser Gefäße, denn zwischen einem abgeschnittenen, in Wasser oder in eine Tinctur getauchten Aste und der Pflanze, wie sie natürlicher Weise ihren Nahrungsast schöpft, bleibt noch ein bedeutender Unterschied.

Ich habe es öfter versucht, Zwiebeln von *Hyacinthus orientalis*, *Gladiolus communis* und andere mit unverletzten Zaserwurzeln, welche sie in reinem Wasser ausgetrieben hatten, in Lackmustinctur zu setzen. Zwar bemerkte ich nach einiger Zeit gefärbte Spiralge-

*) Gilberts Annalen der Physik T. 7. p. 334.

gefäße, auch die Zellen an der Spitze der Wurzel voll blauer Tinctur, aber bey genauer Befichtigung war es offenbar, daß diese Spitzen in einem kranken oder ganz erstorbenen Zustande sich befanden. Eine gesunde Spitze hatte nie Pigment zugelassen; die Spiralgefäße erschienen dann völlig ungefärbt. Meint Sprengel Versuche dieser Art, so hat er völlig Recht, die Einspritzung mit Pigmenten zu läugnen. Zwar führt Mirbel entgegengesetzte Versuche an, wo er die Spiralgefäße durch unverletzte Wurzeln mit Pigmenten füllte, allein es ist noch immer die Frage, ob er sich nicht eben so, als ich im Anfange, durch kranke Wurzelspitzen täuschen liefs. Die Pigmente sind zu grob, um durch die feinen Poren in der allgemeinen Bedeckung der Wurzel zu dringen.

Um zu erfahren, ob durch die Rinde, den Bast, das äussere oder innere Holz der Saft vorzüglich zugeführt werde, machte ich folgende Versuche. Die Rinde und der Bast enthalten nämlich gar keine Gefäße, das äussere Holz hält Treppengänge und getüpfelte Gefäße, das innere im Umfange des Marks eigentliche Spiralgefäße. An einem achtjährigen, im besten Wuchse sich befindenden Pflaumenbaume, löste ich die Rinde eines blättervollen Astes rund umher in einem zollbreiten Ringe ab, verband und überzog darauf die Wunde mit Baumwachs. Der Zweig grünte fort, ohne den geringsten Schaden weiter gelitten zu haben. Hierauf nahm ich an einem
an-

andern eben so blättervollen Aste nicht allein die Rinde, sondern auch das Holz rund umher in einem ähnlichen Ringe weg, doch so, daß noch eine Linie dick Holz um das Mark stehen blieb, behandelte die Wunde wie vorher und band noch einen Stock an den Ast, damit er vor dem Winde geschützt wäre. Der Zweig fuhr fort, in allen Theilen zu grünen. Nun machte ich einen Einschnitt in die Rinde eines ähnlichen Zweiges der Länge nach, löste das Holz behutsam heraus, schnitt es einen Zoll lang ganz weg, band einen Stock an den Zweig, so daß die zurückbleibende Rinde in ihrem natürlichen Zustande erhalten wurde, und überzog die Wunde vorsichtig mit einem Baumpflaster. Nach einigen Stunden fiengen die Blätter schon an welk zu werden, am andern Tage hiengen sie alle nieder, und nach einigen Tagen war der Zweig völlig erstorben. Hieraus erhellt nun deutlich, daß der Saft nicht in der Rinde und dem Baste, sondern vorzüglich im innern Holze aufsteigt, wo die eigentlichen Spiralgefäße sich befinden. Von dem Marke brauche ich wohl nichts zu erinnern; es ist zu bekannt, daß man es ohne Schaden des Zweiges ganz wegnehmen kann. Cotta (Naturbeob. S. 8) hat ähnliche Versuche mit gleichen Resultaten angestellt, doch, wie ich mir einbilde, nicht mit solcher Behutsamkeit.

Setzt man nun zu diesen Resultaten die Leichtigkeit, womit die Spiralgefäße alle Flüssigkeiten aufnehmen, die Einwirkung äußerer Um-

Umstände, welche die Lebenskraft zu schwächen pflegen, auf dieses Vermögen, den Zustand, wie sie sich in der Natur zwischen saftreichem Zellgewebe befinden, und es werden wohl wenig Zweifel mehr an ihrer Function, den Saft aufzunehmen, übrig bleiben.

Nach Treviranus (a. a. O. S. 102) sollen diese Gefäße zwar Wasser, aber in Luftgestalt führen. Wie die elastischen Wasserdämpfe aus der Erde durch die Wurzeln in solche Gefäße dringen, sehe ich nicht ein. Sonst fällt diese Hypothese mit der zusammen, welche diese Gefäße Luft enthalten läßt.

§. 3.

Aber die Spiralgefäße saugen den Nahrungsstoff nicht aus der Erde ein. Sorgfältig habe ich die Spitzen der Wurzeln, besonders an Zwiebelgewächsen untersucht, und nicht gefunden, daß sich die Spiralgefäße an ihrer Oberfläche endigen. Deutlich war mir dieses vorzüglich an den kranken, mit Lackmusblau gefärbten Spitzen. Hedwig glaubt *), die Härchen, womit die Wurzel zuweilen bedeckt ist, beständen ganz und gar aus zarten Spiralgefäßen, aber ich bin nicht im Stande gewesen, eine Spur davon in ihnen zu entdecken, und überdies fehlen diese Härchen vielen Wurzeln (z. B. der Zwiebelgewächse) ganz und gar,

*) Was ist eigentlich Wurzel an der Pflanze? in Sammlung seiner Abhandl. 1. B. S. 69 folg.

gar, entstehen auch bloß in den Lücken des Erdreichs, die dem Wachsthume so schädlich sind. Wenn die Spitze der Wurzelzaser an Zwiebelgewächsen abstarb, so zeigte sich sogleich oben gegen die Basis ein Ring mit Papillen, den Vorläufern neuer Wurzelzäsern. Diese Papillen, deutlich an vielen Wurzelspitzen zu sehen, haben ohne Zweifel das Geschäft, den Nahrungsaft einzusaugen, und aus ihnen nehmen ihn dann die Spiralgefäße auf, um ihn weiter zu führen. Er geht also aus dem Zellgewebe zuerst in die Spiralgefäße über.

§. 4.

Eine wechselseitige Aufnahme des Saftes aus dem Zellgewebe in die Spiralgefäße und Absetzung desselben aus diesem in jenes kann ohne Zweifel an mehreren Stellen in der Pflanze Statt finden. Dieses zeigen folgende Versuche. Nach Anleitung von Cotta's Angaben (a. a. O. S. 21. 22) schnitt ich aus dem dicken Zweige eines Apfelbaumes im Julius ein mehr als Zoll langes Stück, so daß die Rinde auf der einen Seite mit dem Holze bis über das Mark hinaus weggenommen wurde, und der Zweig nur noch auf der einen Seite an dem äußern Holze und der Rinde befestigt blieb. Einen Zoll darüber schnitt ich in entgegengesetzter Richtung ein gleiches Stück ebenfalls bis über das Mark aus. Auf diese Weise kam also kein Gefäß im Aste ununterbrochen zu den obern Theilen, und dessen ungeachtet

fuhren diese fort zu grünen, auch wurde kein Blatt welk, nur bemerkte ich dieses an einigen Nebenblättern (stipulae), und die Augen entwickelten sich weniger als an den benachbarten Aesten desselben Baumes. Hieraus erhellt, daß der Saft seitwärts ergossen, wiederum aufgenommen, noch einmal seitwärts ergossen, zum zweytenmal aufgenommen und weiter geführt wurde. Es geschah zwar dadurch ein Aufenthalt, eine Verzögerung des Wachsthums, wie sich erwarten liefs, aber keinesweges eine gänzliche Störung desselben. Als ich nur ein Stück, wie vorher, aus einem Zweige schnitt, war der Aufenthalt im Wachsthum geringer, und alle Theile schienen äußerst wenig zu leiden.

Corti behauptet *) die Circulation geschehe in den Pflanzen von Knoten zu Knoten. Seine Gründe, von den Conferven hergenommen, sind zwar unstatthaft, aber in der Sache selbst möchte er einigermaßen Recht haben. Bey vielen Pflanzen gehen nämlich die gefärbten Flüssigkeiten in den Spiralgefäßen schwer durch die Knoten, z. B. bey den Gräsern, auch sieht man noch saftreiches Mark daselbst, wenn es überall im Stamme sonst saftlos ist. Vielleicht ergießen sich dort die Säfte ins Zellgewebe, und werden von andern Gefäßen aufgenommen. Allgemein ist dieses aber nicht. An andern Pflanzen z. B. *Lamium purpureum*, sah ich die Pigmente bald durch den Knoten gehen.

Die

*) *Journal de Physique* T. 8. p. 232.

Die obigen Versuche lehren uns ferner, dass nicht allein die eigentlichen Spiralgefäße, sondern auch die Treppengänge den Saft aufnehmen und weiter führen. Ich hatte nämlich durch die tiefen und breiten Ausschnitte den Ring von eigentlichen Spiralgefäßen um das Mark ganz weggenommen; es war in ihnen nichts mehr als die Holzschicht an der Rinde stehen geblieben, wo man nur Treppengänge oder getüpfelte Gefäße, keine eigentlichen Spiralgefäße findet. Dieses kommt mit den übrigen Erfahrungen überein, nach welchen Treppengänge und getüpfelte Gefäße die gefärbten Flüssigkeiten durchlassen. Coulombs oben angeführten Erfahrungen und die grössere Geschwindigkeit, womit eigentliche Spiralgefäße die Tincturen fortleiten, scheinen doch darzuthun, dass die Säfte schneller und reichlicher in den eigentlichen Spiralgefäßen aufsteigen.

§. 5.

Die Gefäße lassen den Saft nach allen Richtungen aufwärts, niederwärts und seitwärts durch. Dafür sprechen manche Versuche. Der erste, meines Wissens darüber angestellte ist von Mariotte (Ess. d. Physiq. p. 32.), welcher die Spitze von der Sprosse einer Zippolle (*Allium Cepa*) in Wasser tauchte und sie länger grünen sah, als die übrigen, nicht eingetauchten Sprossen. Hieher gehört auch die Umkehrung eines Baumes, dessen Aeste, unter die Erde gebracht, Wurzeln schlagen, die

Wur-

Wurzeln hingegen auſſer der Erde Aeſte treiben. Zuerſt finde ich Nachricht von einem ſolchen Experiment in den Actis Eruditor. 1682. p. 150 und zwar in der Recenſion von Tylkovsky *Philosophia curioſa*, die ich nicht ſelbſt habe nachſchlagen können. Gewöhnlich hält man ſonſt Leeuwenhoek für den Erfinder dieſes Verſuchs. Andere hieher gehörige Verſuche erzählen Hales *) und Du Hamel **). Ich will nur hinzufügen, daſs ein Aſt eben ſo leicht die gefärbten Flüſſigkeiten aufnimmt, wenn er verkehrt eingetaucht wird, als wenn dieſes in der gewöhnlichen Lage geſchieht. Die mit Tinte gefüllten Gefäſſe der *Lycopſis nigricans* Fig. 13. waren aus einem ſolchen verkehrt eingetauchten Zweige.

Da nun die Spiralgefäſſe den Saft nach allen Richtungen führen, da ſie den Saft aus dem Zellgewebe aufnehmen, und zurück leiten, ſo läſſt ſich einſehen, wie die Saamenblätter zur Ernährung dienen, wie Knollen und Zwiebeln in bloſſer Luft aufgehängt Blätter und Blüthen treiben, und wie dieſes die ſaftigen Pflanzen auf eine ähnliche Weiſe thun. Dort verwelken nämlich die Saamenblätter, hier verſchwinden nach und nach die Zwiebeln und untern ſaftigen Blätter, ſo wie ſie dem entwickelten Theile ihre Säfte gereicht haben.

Man

*) *La Statique des Vegetaux* par M. Hales trad. par M. Buffon. Par. 1735. 4. c. 4.

**) *La Phyſique des arbres* par M. Du Hamel de Monceau Paris 1758. 4. p. 295.

Man könnte auf die Vermuthung gerathen, die mannichfaltige Bildung der Spiralgefäße (s. Kap. 2. §. 3) habe Bezug auf die verschiedenen Verrichtungen, einige dienten zum Hinführen, andere zum Zurückführen des Saftes und dergl. Ich habe darauf bey verkehrt eingetauchten Zweigen geachtet, aber nie so etwas bemerken können. Ohne Unterschied waren rechts und links gewundene, einfach und vielfach gebänderte Gefäße bald leer, bald angefüllt.

§. 6.

Wie gehen nun die Säfte aus den Gefäßen in das Zellgewebe über; giebt es eigene Gefäßzweige, Löcher, oder andre Communicationsmittel? Hill, der überhaupt viel sah, will auch gesehen haben, wie die Gefäße in die Zellen übergiengen *). Ich habe nichts dergleichen finden können. Die Gefäße endigen sich vielmehr plötzlich im Zellgewebe, ohne in feinere Gefäße auszulaufen; es bleibt also nichts übrig, als daß der Saft aus den Gefäßen in die anliegenden Zellen unmittelbar übergehe, oder so zu sagen, durchschwitze. Um diesen Uebergang besser zu beobachten, nahm ich Zweige und Blätter von Pflanzen, in welchen mir Gerbestoff oder Gallusäure zu seyn schien, und setzte sie in eine verdünnte Auflösung von schwefelsaurem Eisen, z. B. Zweige von der gemeinen Eiche, von *Sempervivum glutinosum*,

*) The construction of timbes explained by the microscope by I. Hill, Lond. 1770. 8. p. 32.

sum, *Sedum Telephium* und Blätter von *Rheum Rhaponticum* und *undulatum*. Es erschienen zuerst schwarze Flecke neben den feinen Nerven der Blätter, verbreiteten sich dann zu den grössern und endlich drangen sie bis zu den Blattstielen und Zweigen. Wenigstens war dieses gewöhnlich der Fall. Doch sah ich auch zuweilen, daß die Flecke an den grössern Zweigen eher, als an den kleinen Zweigen und den Blättern entstanden. Bey genauer Untersuchung fand ich die Spiralgefäße ungefärbt, aber die Zellen neben diesen mit einer schwarzen Feuchtigkeit angefüllt, welche in einer grössern Entfernung von den Gefäßen nach und nach verschwand. Flecke dieser Art aus den Blättern der Eiche stellt Fig. 29, aus dem Holze von *Sempervivum glutinosum* neben der Rinde Fig. 30. vor.

Es blieben also in diesen Versuchen die Spiralgefäße ungefärbt, weil die Flüssigkeit farbenlos war, da sie hingegen durch gefärbte Flüssigkeiten allein gefärbt werden. Diese Versuche beweisen, daß die Flüssigkeit zuerst in die Gefäße übergeht, und aus diesen gerade zu in die Zellen durchschwitzt, und zwar besonders in den obern Theilen, doch auch ebenfalls in den untern.

Als ich ein Stück von dem Wurzelstocke der *Musa paradisiaca* in eine Auflösung von schwefelsaurem Eisen setzte, wurden alle Spiralgefäße schwarz gefärbt. Ein Beweis, daß schon die Gallusäure sich in den Spiralge-

fäßen befand, daß sie nicht bloß mit Luft erfüllt waren, sondern eine andere Materie bereits enthielten. Wahrscheinlich hatten diese Gefäße aus dem Wurzelstocke, welcher überhaupt zur Verwahrung der Säfte dient, schon Saft aufgenommen, um ihn andern Theilen zuzuführen *).

Der Saft in den Blättern der *Aloe succotorina* verdickt sich an der Luft durch die Einwirkung des Sauerstoffs und wird röthlich; eine Veränderung, welche noch schneller durch oxygenisirte Salzsäure hervorgebracht wird. Ich setzte daher ein abgeschnittenes Blatt dieser Pflanze in eine solche Säure. Nach einigen Tagen zeigten sich sehr deutliche rothbraune Streifen durch das ganze Blatt. Unter dem Mikroskop fand ich die Spiralgefäße bis auf ein einziges, im ganzen Blatte ungefärbt, aber den anliegenden die Gefäßbündel begleitenden Bast durchaus rothbraun und an einigen Stellen diese Farbe bis zu dem Parenchym durchgedrungen. Dieser Versuch bestätigt das, was oben gesagt ist, auf eine auffallende Weise. Nur ein einziges Gefäß hatte schon die Function der Resorption angefangen und war mit dem eigenthümlichen Saft der Pflanze gefüllt. Durch die Wände tritt also der Saft aus den Spiralgefäßen in das Zellgewebe, ohne Mittelgefäße und ohne irgend eine

*) Indem ich dieses schreibe, sehe ich in einem ältern Stamme von *Euphorbia Caput Medusae* Spiralgefäße schon von Natur mit einem braunen Saft gefüllt. Also offenbar Saftgefäße.

eine genaue Insertion der Spiralgefäße in das Zellgewebe. Dafs die Treppengänge und getüpfelten Gefäße sich hierin wie die eigentlichen Spiralgefäße verhalten, ist wohl höchst wahrscheinlich.

§. 7.

Aus einer Zelle geht der Saft ohne Zweifel in die andern über, aber da keine offene Communication zwischen ihnen Statt findet, so muß er gleichfalls durch die Scheidewände durchschwitzen. Gefärbte Flüssigkeiten treten auch nie in das Zellgewebe und verbreiten sich durch dasselbe, es müßte denn durch zerrissene Lücken geschehen, oder sie müßten aus den Gefäßen ausgetreten seyn. Die feinen Poren in den Scheidewänden suchen das Pigment durch und lassen das Größere zurück. Aber der Saft muß durch diese Scheidewände dringen, denn wie könnte er sonst in die äußere Rinde, in das Fleisch mancher Früchte fern von allen Gefäßen gelangen, wo doch die Zellen nicht selten von Saft strotzen? Dafs dieses langsam geschehen muß, ist leicht einzusehen. Die Pflanze könnte der Gefäße ganz entbehren; sie beschleunigen nur den Saft von Zelle zu Zelle; ohne sie bewegt sich der Saft nicht weniger durch die Pflanze, aber langsamer und träger. Wir sehen hier die Ursache warum kleine Pflanzen, wie Moose, warum völlig untergetauchte Pflanzen, wo der Saft nicht weite Wege zu machen braucht, ohne Gefäße sind, warum die sonst in ihrer Blüthe

und Frucht so unvollkommen gebaueten Farrnkräuter doch der Spiralgefäße bedurften, da sie sich oft zu ansehnlichen Höhen vom Boden erheben.

Was von der Bewegung und Circulation des Safts in den Pflanzen zu halten sey, folgt aus diesem allen sehr leicht. Es giebt keine bestimmte und regelmässige Circulation, wie schon die saftigen Pflanzen lehren, deren Blätter, wenn es erfordert wird, ihren Saft dem ganzen Gewächse zurückgeben, von dem sie es ursprünglich empfiengen. Noch mehr beweisen dieses die im vorigen §. erzählten Versuche, wo an sehr verschiedenen, unbestimmten Stellen die Flüssigkeit der Spiralgefäße in die Zellen übertrat. Oft haben die Spiralgefäße schon eigenthümlichen Saft angenommen, in den meisten Fällen überlassen sie sich dem von aussen eindringenden. Kurz der Saft fließt dahin, wo es dessen bedarf; er dringt durch das Zellgewebe, aber die Spiralgefäße sind seine schnellern Leiter. Wann im Frühjahr die Wärme die Thätigkeit der Gefäße wieder belebt, welche keinesweges im Winter ganz aufhört, so hebt sich der Saft, ergießt sich aber sogleich in das anliegende saftlose Zellgewebe und erfüllt dieses so, daß er beym Anbohren ausfließt. Nach und nach, so bald das untere Zellgewebe damit versehen ist, erhebt er sich weiter, und erfüllt das folgende, bis er endlich den ganzen Stamm durchdrungen hat. Nach Walkers Versuchen brauchte er 43 Tage um sich 20 Fufs

zu

zu heben *), da hingegen eine gefärbte Flüssigkeit durch die Spiralgefäße ungleich schneller dringt, nach Hedwigs Beobachtungen durch 18 Zoll in einer Stunde (a. a. O. S. 27). Manche andere Erscheinungen lassen sich hieraus erklären.

Da nun aber in den obern Theilen, besonders in den Blättern, der Saft in Menge aus den Spiralgefäßen in das Zellgewebe übergeht, so wird der überflüssige nicht verdunstete, nach den untern Theilen zurückgeführt werden müssen. Dieses geschieht zufolge der meisten Beobachtungen durch die Rinde. Wenn auch der Wulst über den Schnitt in die Rinde, wie ihn noch jüngst Cotta (a. a. O. S. 14) beobachtet hat, keinen hinreichenden Beweis giebt, so thut dieses doch das stärkere Ausfließen aus dem obern Theile des Schnittes. Ich sah selbst, wenn solche Wunden in Kirschbäume gemacht wurden, an dem obern Theile mehr Gummi ausfließen, als an dem untern. Das stärkere Blühen abgeschälter Bäume, welches Medicus bezeugt **), die Vermehrung und beförderte Reifung der Früchte, wenn eine ringförmige Wunde in die Rinde geschnitten war, wovon uns noch kürzlich Thouin ein interessantes Beyspiel gegeben hat (Annal. du Museum T. 6. p. 437), be-

*) Philosophic. Transact. of the Royal Societ. of Edinburg. V. 1. p. 3. überf. in Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte Th 4 S. 455.

**) Beyträge zur Pflanzen - Anatomie, Pflanzen-Physiologie u. s. w. Leipz. 1799. 4s H. S. 262,

bestätigen diese Behauptung. Einzelne Anomalien sind aus dem obigen, wo eine bestimmte Circulation geläugnet wurde, erklärbar und Frenzels Gründe widerlegen Du Hamels Versuche (Ph. d. arbr. T. 2. S. 301 folg.) über diesen Gegenstand nicht. Es scheint ausgemacht, daß die äußern Theile, oder die Rinde, eine Tendenz erlangen, den Saft nach unten zu führen, die innere hingegen, oder das Holz, eine Tendenz, sie aufwärts zu leiten.

Wo keine Spiralgefäße sind, geschieht die Bewegung des Saftes bloß durch die Zellen auf obige Art, nur langsamer, weil die Vermittler zwischen den entfernten Theilen der Pflanze fehlen.

§. 8.

Der eingefogene Saft erleidet ohne Zweifel in den Spiralgefäßen seine erste Zubereitung. Wenn der innere Kanal, wie es wenigstens höchst wahrscheinlich ist, immer Luft enthält, so kann diese schon auf den Saft wirken, und die ersten Aenderungen in ihnen hervor bringen. Noch mehr aber wird diese Aenderung geschehen, indem er in die Zellen übertritt, und weiter aus einer Zelle in die andere durch die Zwischenwände fortgeleitet wird. Jede Zelle ist als eine Glandel anzusehen, welche den Saft bereitet und aufbewahrt. Endlich gelangt auch ein Theil desselben in die Zellengänge, um dort vielleicht den letzten Grad der Zubereitung zu erfahren.

Diese

Diese Zellengänge enthalten nämlich oft einen ganz andern Saft, als die Zellen. Man sieht dieses deutlich an den Blattschuppen (strigae) der Farrnkräuter, wo sie braune Adern zwischen den weissen Zellen bilden, und noch auffallender an der Rinde der Wurzel von *Pinus Strobus*, wo die Zellen braun, die Zellengänge hingegen schön gelb sind.

§. 9.

Ausser der Fortbewegung des Saftes legen die Spiralgefäße den Grund zu den neuen Trieben der Pflanze. Wenn ein neuer Theil entstehen soll, wenden sich diese Gefäße nach einer Stelle, und sammeln sich oft von allen Seiten, um seine Grundlage zu machen. Es wachsen aber dann noch neue Gefäße hinzu; die Bündel in dem Stamme sind nicht hinreichend, alle Gefäße für die Theile zu liefern. Doch ist es die Tendenz der Spiralgefäße, sich von den übrigen zu entfernen, wodurch neue Bildungen verursacht werden. Pflanzen, denen die Spiralgefäße fehlen, haben eine sehr beschränkte Verästelung, oder doch wenigstens eine sehr unregelmässige, unbestimmte, wie die ästigen Lichenen, die Tangarten und andere anomale Gewächse.

§. 10.

Es läßt sich noch die Frage aufwerfen, welche Theile zu den Bewegungen der Pflanze gleich Muskeln dienen, oder doch wenigstens

fiens vorzüglich dazu beytragen. Man muß hier aber wohl die mechanischen Bewegungen, die auf mannichfaltige Art meistens durch Zusammentrocknen entstehen, von den Bewegungen der lebenden Pflanze unterscheiden. Folgende Versuche lehren, daß nicht die Gefäße allein, auch nicht der Bast, oder einzelne Seiten, sondern alle Theile mit einander auf eine bestimmte Art sich zusammenziehen oder ausdehnen. Ich schnitt die Klappen einer unreifen Kapsel von *Impatiens Balsamina* quer mehr als halb durch, löste dann die Klappen von einander, damit sie sich zusammenzögen, bemerkte aber keine Entfernung an den Rändern der Wunde, sondern sie schlossen wie vorher zusammen. Es dehnte sich also die äußere Seite der Klappe eben so wohl aus, als die innere sich zusammenzog, um das Zusammenrollen der ganzen Klappe zu bewirken. In die vor dem Blühen gebogenen Blüthenstiele der *Hedypnois pendula*, machte ich gerade an der Stelle der Biegung Einschnitte bis über das Mark hinaus, sowohl von oben als von unten. Alle diese Blüthenstiele richteten sich auf, sie mochten von oben oder von unten eingeschnitten seyn. Es findet sich also bey diesen Bewegungen der Pflanzen nichts, was sich mit den Muskeln der Thiere vergleichen liesse.

Viertes Kapitel.

Von den Saftbehältern, Lücken und Luftbehältern.

§. 1.

Der gefärbte Saft mancher Pflanzen, besonders der äußerst häufige Milchsaft, erregte schon früh die Aufmerksamkeit der Phytologen, und nöthigte bald zu einer Vergleichung mit dem Blute, welche man bis auf die neuesten Zeiten wiederholt hat. Mariotte schloß aus diesem Saft, daß die Pflanzen Adern haben müßten, wie oben erzählt wurde. Malpighi stellt die vasa lactifera einiger Pflanzen, obgleich fehlerhaft, vor (Opp. T. 1. f. 4), auch bedient er sich schon des Ausdrucks vas proprium (ibid. p. 10). Unter diesem Namen hat auch Hill aus verschiedenen Arten von Bäumen solche Gefäße untersucht und abgebildet (Constr. of timb. p. 73) Rafn wurde durch die Vergleichung mit dem Blute auf die Entdeckung kleiner kugelförmiger oder auch prismatischer Theilchen, welche in dem
Milch-

Milchsaft der Euphorbien schwimmen *) geleitet; er bemerkte ähnliche Körperchen in Pflanzen ohne gefärbten Saft und schloß daraus, daß alle Pflanzen wohl eigenthümliches Blut, aber nur von weißer oder grüner Farbe haben möchten. Mirbel nennt diese Behälter tubes simples (a. a. O. S. 63), Sprengel scheint sie für Zellen zu halten, übergeht sie aber ganz. Von den Verschiedenheiten dieser sogenannten Gefäße hat Bernhardt genau und ausführlich geredet (a. a. O. S. 53), aber, so viel mir scheint, ist niemand der Wahrheit so nahe gekommen, als Treviranus (a. a. O. S. 75.), welcher diese Gefäße ganz läugnet, und den gefärbten Saft in die Zwischenräume der Zellen versetzt.

§. 2.

Als ich die kleinen Flecken, wodurch sich die *Lyfimachia punctata* auszeichnet, untersuchte, fand ich nicht allein in den Blättern, sondern auch in dem Stamme und sogar in dem Marke desselben kleine Behälter von äußerst verschiedener Größe und Gestalt, mit einem rothen nicht sehr flüssigen Saft gefüllt. Fig. 31. stellt solche Behälter in dem Marke vor. Eine eigene Haut, worin sie eingeschlossen wären, bemerkte ich an ihnen nicht; sie zeigten sich als völlig unbestimmte Aushöhlungen zwischen den

*) C. G. Rafn's Entwurf einer Pflanzen Physiologie übers. v. I. A. Markussen Kopenh. 1798. S. 88. folg.

den Zellen, in denen sich ein gefärbter Saft gesammelt hatte. Sie verdienten also nicht den Namen der Gefäße, sondern vielmehr eines *Behälters* (folliculus) und es war zu erwarten, daß man sie noch in andern Pflanzen antreffen würde.

Bey der Untersuchung der Markgefäße (vasa medullaria) welche Malpighi im Sambucus Ebulus (Opp. T. 1. p. 16. Tab. 7. F. 30) entdeckte, und Moldenhauer unter dem obigen Namen zuerst der Aufmerksamkeit würdigte, (a. a. O. S. 23.) fand ich sehr ähnliche Behälter, nur länger; und noch unbestimmter gestaltet. Sie unterscheiden sich so sehr von der Gefäßform, daß man sie gewiß nicht dazu rechnen wird.

Nun untersuchte ich die grofsen, mit blofsen Augen schon zu sehenden, und daher auch längst bekannten, eigenthümlichen Gefäße in der Rinde der Pinus Arten, aus welchen ein Tröpfchen Harz deutlich zu quillen pflegt. Sie stehen hier regelmäfsig in einem Kreise, steigen gerade in der Rinde nieder, lassen sich leicht verfolgen, und theilen sich an den Aesten, um in diese überzugehen. Schon mit einem einfachen Vergrößerungsglase sieht man, daß ihnen eine eigene Haut fehlt, und daß die Wände nicht geglättet, sondern ungleich von hervorstechenden Zellen des Zellgewebes sind. Unter dem zusammengesetzten Vergrößerungsglase erkennt man sie deutlich für bloße Höhlungen zwischen dem Zell-

Zellgewebe, und man überzeugt sich, dass ihnen eine besondere einschliessende Haut, das Kennzeichen der Gefässe, durchaus mangelt. In den jungen Zweigen der Linde trifft man ebenfalls solche nur kleinere Saftbehälter an.

Alle übrigen Pflanzen mit gefärbten Säften haben einen ähnlichen Bau. *Chelidonium majus* zeigt diese Behälter am deutlichsten in der Wurzel, wo in der innern Rinde ziemlich unregelmässig gebogene längliche Höhlungen liegen, die man zuerst nicht einmal für das hält, was sie wirklich sind. In dem Stamme gehen sie der Länge nach durch den Bast, wie ich sie Fig. 32. abgebildet habe. Aeusserst klein sind sie in allen *Papaveraceis*, *Semiflosculosis*, *Tithymaleis*; sie liegen in dem Baste um die Bündel der Spiralgefässe, oder in der innern Rinde der Wurzel, und man muss sich hüten, nicht den ganzen Gefässbündel für ein *vas proprium* zu halten, wie es *Malpighi* (T. 1. F. 4.) mit den Saftbehältern in *Cichoreum* ergangen ist. In allen diesen erkennt und unterscheidet man sie schwer, doch gelingt dieses noch am besten an den grossen strauchartigen Pflanzen z. B. an *Euphorbia Caput Medusae*, deren Milchbehälter sich als solche deutlich zeigen. Etwas grösser als in den *Semiflosculosis* und *Tithymaleis* erscheinen sie in *Rhus* und in den *Asclepiadeis*, wo man sie auch in dem Marke findet.

Hie-

Hieher kann man ferner die kleinen Harzbehälter in den Blättern von Thuya und Juniperus rechnen, welche an der Oberfläche hervorragen, so wie die Oelfäckchen in der Schale der Pomeranzen und der verwandten Früchte.

Wenn man einige Arten von Chenopodium Cactus Opuntia, verschiedene einheimische Bäume zerschneidet, so dringen kleine Häufchen von grüner Materie zwischen den Zellen, wahrscheinlich aus solchen Behältern hervor, s. Fig. 53. c. F. 59. d. F. 62. e.

Alle diese Behälter verdienen den Namen der Gefäße nicht, wenn man nämlich den oben angegebenen Begriff von Gefäß annimmt, und dem gemeinen Sprachgebrauche folgt. Ungeachtet der Name Zwischenräume des Zellgewebes, welchen ihnen Treviranus giebt, viel besser ist, so scheint er mir doch nicht ganz passend. Denn Zwischenräume, wie sie der Verfasser glaubt, aus der Anreihung von Zellen entitanden, die sich aus Bläschen entwickeln, finden sich in dem Zellgewebe nicht; jede Zwischenwand ist nämlich zweyen Zellen gemein. Zu den Zellengängen gehören diese Behälter ebenfalls nicht. Jene verbreiten sich überall um die Zellen, diese finden sich nur an bestimmten Orten, oft in einer regelmässigen Lage, und übertreffen meistens die Zellengänge sehr an Grösse. Am bestimmtesten drückt man ihre Beschaffenheit aus, wenn man sie als Aushöhlungen

gen zwischen dem Zellgewebe beschreibt, worin sich ein eigener Saft sammelt.

In den spirallofen Pflanzen habe ich keine Saftbehälter gefunden, auch nicht in den Algen und Lichenen. Wohl aber sind sie in den Pilzen, z. B. den Pfefferpilzen anzutreffen. Auch hier bilden sie unregelmäßige Höhlungen zwischen den Zellen und keine deutliche Gefäße. Zwischen den Saamenzellen liegen sie nicht. Wenn man eine Lamelle von *Agaricus deliciosus* quer durchschneidet so trifft man nur in der Mitte zwischen dem Fleische den gelben Saft, indem die Saamenzellen auf beiden Seiten völlig frey sind.

§. 3.

Der Umstand, daß dieser Saft beym Zerschneiden stark hervorquillt, möchte manchem die ältere Darstellung, als wären sie wirkliche Gefäße, deren Wände durch Zusammenziehung den Saft auspressten, wahrscheinlicher machen. Allein man darf nur annehmen, daß der Saft in diesen Behältern strotze, auf die nah gelegenen elastischen Zellen drücke, und von diesen wiederum gedrückt werde, so erklärt sich jener Umstand eben so leicht. Auch fließt der Saft beym Zerschneiden nicht ganz aus; es bleibt vielmehr eine ansehnliche Menge zurück, welche sich nachher durch einen Druck leicht auspressen läßt. Wären diese Saftbehälter an einander hängen-

gende Gefäße, so würde die Pflanze, wie das Thier, verbluten können, welches nie der Fall ist, denn bey einem neuen Schnitte fließt Saft von neuem aus.

Es ist aber wohl nicht allein mechanischer Gegendruck, sondern reizbare Ausdehnung der anliegenden Zellen, wodurch dieser Saft ausgedrückt wird. Ich rede noch nicht von den Versuchen, welche van Marum angestellt hat, um zu beweisen, daß hier Lebenskraft wirke, ich will nur, als mehr hieher gehörig, Carradori's Beobachtungen an der *Lactuca sativa*, anführen *). Wenn man nämlich die Kelchblättchen dieser Pflanze berührt, so schwitzt sogleich ein Tröpfchen Milchsaft aus. An jungen und saftvollen Pflanzen sind diese Versuche leicht anzustellen, und mir nie mißlungen. Ich bediente mich, um den Druck zu machen, eines Stecknadelknopfes. Die Milchbehälter liegen dicht unter der zarten Haut; das Zellgewebe wird, wahrscheinlich durch die Berührung gereizt, sich zusammenzuziehen und preßt nun den Saft durch die zarten Poren der äußern Bedeckung. So begreift man den Vorgang leichter, als wenn man diesen Saft in langen Röhren oder Gefäßen sich bewegen läßt. Uebrigens sieht man hieraus, wie leicht die Flüssigkeiten durch die Membranen der Pflanze dringen können, da hier ein so dicker Saft schnell genug hervorquillt, und man wird

*) *Memorie di Matematica e fisica*, T. XII.

wird sich erklären, wie die Säfte aus einer Zelle in die andere fließen, ohne daß es deutlicher Löcher und Unterbrechungen bedarf.

§. 4.

Nicht zu allen Zeiten findet sich Saft in diesen Behältern, oder sie sind selbst nicht immer da; ein Umstand, welcher für sich schon zeigen würde, daß sie nicht zu den wesentlichen Gefäßen der Pflanzen gehören. Einige verlieren den Saft im Alter, wie schon Bernhardt an der *Asclepias syriaca* richtig bemerkt hat, auch ist dieses an den alten holzigen Stämmen der Euphorbien oft der Fall. Es sammelt sich dann kein Saft mehr in ihnen, und sie selbst werden durch das anliegende Zellgewebe verdrückt. Umgekehrt fehlen sie oft im jüngern Alter; z. B. den jüngern Mohnpflanzen, den *Semiflosculos*, wo sie sich noch nicht gehörig entwickelt haben. Man kann übrigens diesen Saft als am meisten verändert betrachten, da er durch Spiralgefäße und Zellen vielleicht auch durch Zellengänge gedrungen ist, um sich in diesen Höhlungen anzuhäufen.

§. 5.

Die Körner, welche Rafn in dem Milchsaft der Euphorbien und anderer Pflanzen sah, rühren von der Dickflüssigkeit derselben her, und werden nicht eher deutlich, als bis ein Tröpfchen Wasser dazu kommt. Ehe dieses

ses geschah, habe ich den Saft gewöhnlich, als eine ziemlich gleichförmig gelbliche Masse unter dem Mikroskop gesehen, und selbst, nachdem Wasser hinzukam, konnte man die Masse mehr krümelig (grumosa) als wirklich körnig nennen. Kurz ich finde darin nichts Ausgezeichnetes, nichts was man mit den Kügelchen im Blute vergleichen könnte.

Ueber die prismatischen Körper in den Milchsäften, deren Rafn erwähnt, war ich lange zweifelhaft. Bald sah ich sie, bald war es mir nicht möglich, sie anzutreffen. Endlich bemerkte ich in der Wurzel der *Oenothera biennis* solche prismatische Spiesschen, in eigenen Behältern zwischen dem Zellgewebe zusammen gelagert, wie Fig. 33. lehrt. Ich zweifle also nicht, daß die Milchsäfte nur zufällig aus ähnlichen Behältern dergleichen prismatische Körperchen mit sich führen, und daher bald mehr, bald weniger mit ihnen versehen sind. Iene prismatischen Spiesschen in der *Oenothera* bestehen übrigens aus einem ganz besondern Stoffe. Sie lassen sich vom Wasser nicht auflösen, auch nicht von heissem Wasser, und dieses giebt ein ziemlich bequemes Mittel, sie von dem äußerst häufigen Schleime dieser Wurzel zu trennen. Auch Weingeist wirkt nicht darauf. Alkalien, auch reine und concentrirte, griffen sie ebenfalls nur wenig an. Die Säuren sind das eigentliche Auflösungsmittel derselben und bewirken ungemein schnell eine Auflösung. Geruch, Geschmack und Farbe haben sie nicht.

An diesen Eigenschaften kann man sie erkennen und von andern Substanzen unterscheiden.

§. 6.

Wenn zwischen den ältern Zellen keine neue mehr entstehen, die umliegenden Theile aber sich ausdehnen und fortwachsen, so wird das Zellgewebe zerrissen, und es entstehen Höhlungen nur mit Luft gefüllt, welche Mirbel *Lücken* (lacunes) nennt, auch sehr deutlich und genau abhandelt (a. a. O. S. 73). Man muß sie nicht mit den grossen Zellen des zusammengesetzten Zellgewebes verwechseln. Zuweilen stellen sie sehr zierliche sternförmige Figuren dar, wovon Treviranus ein Beyspiel T. 1. F. 1 und 2. liefert, doch verwechselt er sie mit den zusammengesetzten Zellen der Nymphaea, auch glaubt er, sie entstünden von einer regelmässigen Gruppierung der Bläschen, aus denen er das Zellgewebe entspringen läßt. Am schönsten sieht man sie in dem Stamme von *Scirpus palustris*, wie ich oben K. 1 §. 4. gesagt habe. In der Regel aber bildet die Lücke eine lange Röhre, welche durch die Mitte des Stammes, Schaftes, Blüthenstieles oder Blattstieles hinläuft und bey manchen Pflanzenarten characteristisch ist. Diese Röhre wird von keiner eigenthümlichen Haut umgeben, denn auch, da, wo sich eine solche innere Haut abziehen läßt, bemerkt man unter dem Vergrößerungsglase bald, daß sie aus Zellen zusammengewebt ist.

ist. Gewöhnlich fehlt die Röhre in der Jugend; nur einige Pflanzen zeigen schon un-
gemein früh eine Spur davon, z. B. die Grä-
ser, aber nie findet man dergleichen in dem
Embryo. In einigen Pflanzen bilden die Lü-
cken nicht bloß eine Röhre in der Mitte
des Stammes, oder Stieles, sondern es ste-
hen mehrere solcher Röhren regelmässig in
einem Kreise zusammen, wie man an *Poa*
aquatica, und *Equisetum* auch an den Blatt-
stielen von *Canna indica* deutlich sieht. Die-
se Röhren sind noch nicht in der Jugend vor-
handen, sondern öffnen sich später, oft aber
wird die Stelle schon durch ein etwas ab-
weichendes mit grüner Materie stärker gefüll-
tes Zellgewebe bezeichnet. Vorzüglich lässt
sich in den Blattstielen von *Canna indica* die
Entstehung aus zerrissenem Zellgewebe gut be-
obachtetn.

§. 7.

Rudolphi hält diese Lücken für die Luft-
gefäße der Pflanzen. Allerdings halten sie
Luft, und zwar atmosphärische Luft, aber
den Namen von Luftgefäßen verdienen sie
nicht. Denn 1) stehen sie nicht mit der äu-
ßern Luft in irgend einer offenen Gemein-
schaft und vermögen also nicht, solche aus
dem Dunstkreise einzufaugen; 2) gehen sie
nicht zu allen Theilen, oder verbreiten sich,
in zarte Aeste vertheilt, beträchtlich durch
die Pflanze, sondern machen nur einen ein-
fachen Kanal in einem oder dem andern Thei-

le; 3) fehlen sie meistens in der Jugend und entstehen erst später, durch eine deutliche Trennung des Zellgewebes; 4) fehlen sie äusserst vielen, ja den meisten Pflanzen ganz und gar.

Solche zufällige Luftbehälter als diese, sind auch die Höhlungen in manchen Früchten, z. B. der *Colutea*, der *Nigella damascena* u. dgl. m. ferner in den Tangarten, worin sich bey der Erweiterung und der Entfernung der Membranen von einander Luft sammelt. Die grossen Zellen mancher Wasserpflanzen, die leeren Zellen im Hollundermarke und dem Marke anderer Pflanzen, dienen ebenfalls zu Luftbehältern. Es scheint nicht, als ob diese Luft auf die Veränderungen des Saftes grossen Einfluss habe, da sich solche Behälter an saftleeren Theilen besonders bilden, vielleicht dienen sie aber dazu, die überflüssige Luft aufzufangen, welche sich aus den Säften von Zeit zu Zeit entwickelt.

Welche sind nun aber die Luftgefässe in den Pflanzen? Ich kenne keine, die besonders dazu bestimmt wären. Luft durchdringt die ganze Pflanze. Schon Wolf*) entwickelte Luft aus den Pflanzen durch die Luftpumpe, aber ohne auf die Theile Acht zu geben, woraus sie kam. Diese Versuche sind oft wieder-

*) Vernünftige Gedanken von dem Gebrauche der Theile in Menschen, Thieren und Pflanzen Halle, 1743. S. 636.

derhohlt, und nie genauer als von Senebier*); Er bemerkte, daß die erste Lut gemeine Luft sey, die zuletzt entwickelte aber schlechter werde, auch fand er in dem Zellgewebe besonders Luft (S. 123). Ich trennte Rinde, Holz und Mark von verschiedenen Pflanzen z. B. *Papaver somniferum*, *Borrago officinalis*, *Salix alba* und *Cornus alba* sorgfältig von einander, und brachte jedes für sich unter die Glocke einer Luftpumpe. Aus der Rinde stiegen beym Auspumpen die meisten Luftblasen empor, so daß die Stücke davon in die Höhe stiegen und auf dem übergossenen Wasser schwammen, weniger aus dem Holze, und noch weniger aus dem saftvollen Marke, welches auch auf dem Boden liegen blieb. Diese Versuche scheinen mir zu beweisen, daß die Luft die ganze Pflanze von außen durchdringe, und also sich besonders häufig in den äußern Theilen, nämlich der Rinde, und auch im Holze noch häufiger als im Marke finde.

Hales wollte schon durch einige Versuche (Stat. d. Veget. c. 5.) darthun, es werde Luft eingezogen, gegen welche Du Hamel mit Recht erinnert, sie sey hinein gepresst worden (Ph. des arbr. T. 1. p. 166). Doch habe ich auch sehr oft eine Verminderung der Luft bemerkt, wenn ich Zweige, die noch an den Pflanzen saßen, durch Quecksilber in eine damit gesperrte Flasche bog. Barometer und Thermometer zeigten, daß Druck der Luft und Kälte

*) Physiologie vegetale Genev. 1802. T. 3 p. 123.

Kälte keine Täuschung machten. Verändert war die zurückgebliebene Luft nicht; an den Pflanzen, auch den Spaltöffnungen sahe ich ebenfalls keine Veränderung. Dieses scheint die Einläugung der ganzen atmosphärischen Luft von der Pflanze zu bestätigen. Doch fand ich diese Erscheinung sehr unbeständig, und bald hörten die Zweige auf, sie zu zeigen.

§. 3.

An manchen Stellen findet man die Mittelröhre im Stamme durch Scheidewände geschlossen, vorzüglich an den Knoten, zuweilen, aber doch seltener auch an andern Stellen, wovon die *Cacalia articulata* ein schönes Beispiel liefert. Dieses sind die Scheidewände, deren Medicus so oft erwähnt, wenn er Linné widerlegen will, welcher den Grund der neuen Bildung im Marke sucht. Aber diese Scheidewände sind selbst, wie eine leichte Untersuchung unter dem Vergrößerungsglase zeigt, nur grünes, saftvolles, nicht ausgetrocknetes Mark. An diesen Stellen nämlich, vielleicht wegen einer häufigern Ergießung der Säfte aus den Spiralgefäßen, bilden sich neue Zellen zwischen den alten, und das Mark folgt den Vergrößerungen und Erweiterung der ganzen Pflanze, ohne zu zerreißen. Sie würden eher Linné's Meinung bestätigen als widerlegen, da sie meistens dort sich zeigen, wo neue Triebe sich entwickeln. Aber sie scheinen doch eine Folge der vermehrten gesammelten und zur neuen Bildung verflochtenen Spiralgefäße.

Fünftes Kapitel.

Von der Oberhaut und den Anfätzen auf derselben.

§. 1.

Ich komme zu den feinem Theilen, welche mehr nach aussen liegen, aber doch nicht zu den Gliedern der Pflanzen zu rechnen sind. Unter diesen verdient die *Oberhaut* (epidermis) zuerst abgehandelt zu werden. Von den meisten Theilen läßt sie sich als eine, dem bloßen Auge nach, einförmige, durchsichtige Membran abziehen, die beym ersten Anblicke der Oberhaut der Thiere ziemlich gleicht. So betrachteten sie auch die ältern Schriftsteller; Ludwig sagt sogar, sie sey der Oberhaut des Menschen accurati similis (Institt. p. 166). Hedwig bemerkte auf ihr zuerst jene netzförmigen Streifen, welche er für lymphatische Gefäße hielt (Samml. seiner Auff. Th. 1. S. 116 folg.) Sprengel lehrte uns aber ihre wahre Beschaffenheit zuerst kennen; er zeigte, daß jene vermeintlichen Gefäße, nur die

die Ueberbleibsel von den Zwischenwänden der Zellen seyen, und die ganze Haut aus den obern Wänden der Zellen bestehe *). Eigentlich sind die lymphatischen Gefäße Zellengänge, wie ich oben gezeigt habe, und zu Sprengels Beweisen kann ich noch fügen, daß an roth gefleckten Pflanzen oft nur eine Masche jenes Netzwerks roth gefärbt ist, wie das Beyspiel von den Blättern des *Amaranthus hypochondriacus* Fig. 33. a. lehrt, welches nur dann Statt finden kann, wenn der Saft von Wänden rings umschlossen wird.

Es kommt auf mancherley Umstände an, ob diese aus Zellenwänden verkettete Haut sich trennen lasse oder nicht, d. i. eine wirkliche Oberhaut darstelle oder nicht. Unebenheiten auf der Oberfläche, Erhöhungen und Vertiefungen verhindern die Trennung, wie sich leicht einsehen läßt, daher wird sie von dem papillenreichen Stigma und andern solchen Theilen schwer gelöst. Es gehört ferner eine gewisse Festigkeit zu der Trennung, welche die Oberhaut oft nur an der Luft erlangt, daher fehlt den meisten Wurzeln eine Oberhaut. Aber zu große Festigkeit, eine zu genaue Verbindung mit den darunter liegenden Zellen verhindert wiederum die Lösung, und dieses ist die Ursache, warum sie sich von mehrjährigen Zweigen und der obern Seite

*) Anleit. zur Kenntniss d. Gew. Th. 1. S. 118. 119. S. auch Krockeri Diss. de plantarum epidermide Hal. 1800. 8.

Seite der Blätter nicht gut abziehen läßt. In dem letzteren Falle ist die mindere Feuchtigkeit, wegen Mangel oder geringer Menge der Spaltöffnungen, vielleicht daran Schuld.

Immer aber nehmen die Zellen auf der Oberfläche eine andere Form als im Innern an. An den Blättern verflachen sie sich gleichsam, stellen sich gegen die Oberfläche, und erscheinen so geordnet, wie im Querschnitte des Stammes. An dem Stamme hingegen ziehen sie sich mehr in die Länge als das darunter liegende Zellgewebe; an dicken Wurzeln sieht man sie in die Quer gezogen. Die Richtung des Wachstums erscheint an der Oberfläche nicht allein verändert, sondern das äußere Wachsthum scheint auch mit dem Innern nicht gleichen Schritt zu halten. Es unterscheidet sich daher die Oberhaut durch die Form der Zellen sogleich von den darunter liegenden Theilen. Oft findet man auch in ihr die Zellengänge hin und her gebogen, wodurch sie dann schlängelnden Gefäßen ähnlich genug werden, und zuweilen (an den Pinis) hat sie eine Menge kleiner, Zellen gleichenden Wurzeln.

§. 2.

Merkwürdig sind die kleinen länglichen Oeffnungen der Oberhaut, welche wir *Spaltöffnungen* (stomatia) nennen wollen. Grew soll sie schon gekannt haben; ich weiß aber
bey

bey ihm die Stelle nicht zu finden. Guet-
tard *) begreift sie zwar unter seinen glan-
dulis miliaribus, aber er rechnet dahin doch
manche Theile, welche nicht dazu gehören,
und hat sie überhaupt nicht genau gekannt.
De Saussure ist der Entdecker **). v. Gle-
ichen hielt sie für die männlichen Geschlechts-
theile der Farrnkräuter ***). Mit Hedwig
(a. a. O.), welcher sie für die Ausdünstungs-
wege der Pflanzen (pori) hielt, untersuchte
sie fast zu derselben Zeit Comparetti (Pro-
dromo p. 5). Sprengel handelt genau davon;
sie sind nach ihm die Organe, wodurch die
Pflanzen die Feuchtigkeit einsaugen (a a. O.
S. 120). Sehr gute Bemerkungen darüber hat
Decandolle; er vereinigt Hedwigs und Sprengels
Meinung, und vermuthet, diese seine po-
res corticaux möchten sowohl zur Ausdün-
stung, als Einsaugung der Flüssigkeiten die-
nen †). Vortrefflich redet von ihnen Rudol-
phi; wegen der Function tritt er Sprengeln
bey. Auch muß ich noch einer Schrift von
Schranck erwähnen, worin diese Spaltöffnungen
als Einsaugungsorgane, und als Stellvertreter
der

*) Memoir. de l'Academie d. Sciences à Paris p.
1745. p. 377. pl. 6 f. B. b.

**) Observations sur l'écorce des feuilles à Genève
1760. p. 21, 60.

***) Das Neueste aus dem Reiche der Pflanzen von
Fr. Feyh von Gletchen gen. Ruswarm. Nürnberg.
1764. S. 24. 30.

†) Bulletin de la Société philomathique n. 44.

der Haare an den saftigen Pflanzen beschrieben sind *).

Sie bestehen aus einer länglichen Spalte, die sich öffnen und, in Falten zusammengezogen, verschliessen kann, daher alsdann ein länglicher dunkler Strich entsteht. Die Haut, welche den Umkreis dieser Spalte bildet, erhebt sich etwas über die Oberfläche, und stellt eine erhabene ovale oder runde Zelle dar, aber genau angesehen bemerkt man, daß die Zelle aus einigen andern oft mehreren oft wenigen, meistens unregelmäßigen Zellen von verschiedener Grösse zusammengesetzt ist. Sie liegt entweder auf der Mitte der unter ihnen befindlichen Zellen, oder auf den Scheidewänden. Die anliegenden Zellen haben auch meistens, doch nicht immer, eine andere weniger regelmäßige Form, als die weiter davon entfernten. Ich finde zuweilen die Spaltzelle weniger grün gefärbt, als die übrigen, zuweilen noch mehr grün gefärbt. Fig. 34 stellt die Spaltöffnungen von der untern Seite eines Blattes von *Amaranthus hypochondriacus*, Fig. 35, von der untern Seite der Blumenblätter von *Lilium bulbiferum*, und Fig. 36 von der äussern Seite der Spatha von *Calla aethiopica* vor.

Alle genuinen spiralführenden Pflanzen, wenn sie nicht ganz unter Wasser getaucht sind, besitzen solche Oeffnungen, ausgenommen

*) Von den Nebengefäßen der Pflanzen von Fr. v. P. Schranck, Halle 1794. S. 90 folg.

men die Pini; den anomalen und spirallofen hingegen fehlen sie durchaus. Wasserpflanzen haben sie nie an den untergetauchten Theilen, wie Decandolle richtig bemerkt hat; wenn die Blätter auf dem Wasser schwimmen, z. B. *Hydrocharis*, *Nymphaea*, zeigt die obere Seite Spaltöffnungen, die untere keine. Indessen erinnert Rudolphi mit Recht gegen Decandolle, daß Landpflanzen, wenn sie zufällig unter Wasser wachsen, doch Spaltöffnungen haben. Sie fehlen ebenfalls bleichfächtigen Pflanzen nicht. Sie fehlen durchaus den Wurzeln. Der Stamm hält sie nur, wenn er jung und grün ist; ich fand sie am *Amygdalus Perfica*, *Antirrhinum majus*, den Gräsern, dem Schaft von *Anthericis*, an Stapelien, Cactus Arten und andern. Am häufigsten befinden sie sich an den Blättern, vorzüglich der untern Seite und zwar nicht auf den Nerven. Nach Rudolphi haben auf beiden Seiten der Blätter Spaltöffnungen: die *Cannaceae*, *Palmae*, *Aroideae*, *Irideae*, *Juncoideae*, *Liliaceae*, *Narcissinae* und einige Orchideen. Auf der untern Seite nur: alle sehr festen Blätter, die Bäume und Sträucher (ausgenommen *Syringa*), die *Filices*, *Cyperoideae* und die meisten *Orchideae*. Doch giebt es, wie er selbst gesteht, manche Ausnahmen. Interessant ist die Bemerkung desselben Schriftstellers, daß die umgekehrten Blätter (*folia resupinata*) auch auf der obern der Erde zugekehrten Seite die meisten Spaltöffnungen haben. An den Deckblättern der Gemmen unserer Linden fand ich sie mit einer grünen Spalt-

Spaltzelle. Sie fehlen den Blattscheiden und den Bracteen, wenn diese wie vertrocknet (scarioae) erscheinen, sonst sind sie vorhanden. An der äussern Seite des Kelches findet man sie häufig, seltener an der innern, doch sah ich sie z. B. dort an *Cynoglossum linifolium*.

Daß die äussern, der Luft ausgesetzten Theile vorzüglich damit versehen sind, beweist *Antirrhinum majus*, wo die beiden äussern Kelchlappen, viele haben, die beiden zur Seite stehenden weniger, das Innerste hingegen fast gar keine hat. Den Blumen (corollae) fehlen sie, ausgenommen den nackten, kelchlosen in welchem Falle die äussere Seite der Blume, auch vor dem Aufblühen grünlich gefärbt ist. Jussieu rechnet diese Blumen zu den Kelchen. Doch sah ich an den wahren Blumen der *Stapelia hirsuta*, der *Asclepias syriaca* und einigen andern, welche den Kelch sehr an Grösse übertreffen, und auch vor dem Aufblühen etwas grünlich gefärbt sind, Spaltöffnungen. Nur selten und zwar nur an grossen Staubfäden und Staubwegen, z. B. von *Passiflora*, *Datura*, bemerkt man sie. Der Fruchtknoten, auch die Frucht ist damit versehen, doch äusserst selten die Frucht mit einer harten nussartigen Bedeckung, und die sehr fleischige Frucht. Den Samenbedeckungen fehlen sie; die jungen Cotyledonen zeigen sie schon früh. Man kann also aus diesen Angaben die Regel ziehen, daß alle äusseren, der Luft ausgesetzten, grü-

grünen, nicht gar zu dichten Theile, vorzüglich Spaltöffnungen besitzen.

Gewisse Zeiten, wo sie geöffnet oder verschlossen wären, habe ich nicht bemerken können. Gewöhnlich waren sie doch des Morgens offen, am Mittage verschlossen. Scharfen Dämpfen, und Gasarten, als Salpetergas, Ammoniumdämpfen u. dgl. ausgesetzt, verschliessen sie sich sehr bald, noch eher als die Pflanze welkt. An welchen Pflanzen sind sie verschlossen. Aeufserst häufig sieht man nahe bey einander offene und geschlossene Spaltöffnungen. In Wasserstoffgas und Kohlensäure erlitten sie keine Aenderung.

Zu den Glandeln kann man sie nicht rechnen, denn sie sondern keinen Saft ab, sie erscheinen oft weniger gefärbt und saftleerer, als das umher liegende Zellgewebe. Weder der blaue Staub, noch der Firnis mancher Blätter ist ihnen zuzuschreiben; an *Chenopodium Vulvaria* sind die Staubkörner ungleich gröfser, an *Crafsula perfoliata* ungleich kleiner als die Spalten, und die obere, glänzende Seite vieler Blätter hat oft gar keine.

Sie scheinen nicht zur Einsaugung oder Aushauchung von Luft zu dienen. Luft mit Pflanzen eingeschlossen, wird fast gar nicht verändert. Die Einsaugung der Luft, welche man bisher bemerkt hat, geschieht auch von den Stämmen, welche wenige Spaltöffnungen haben, wie die Versuche von Hales zeigen, und

und ist überhaupt so unbeständig, daß man dazu so beständige Organe, als diese, nicht bestimmt halten darf.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß sie zur Ausdünstung dienen, wie Hedwig glaubt. Die Dämpfe können doch ihren Weg finden, ohne durch kleine Spalten ausgelassen zu werden. Wurzeln und Blumen und andere Theile, ohne Spaltöffnungen, dünnen stark genug aus. Am Mittage und wenn die Sonne stark auf die Pflanzen schien, wo sie doch am meisten ausdünsten, fand ich die Spaltöffnungen keines weges mehr geöffnet, eher mehr verschlossen, als zu andern Zeiten.

Tropfbare Flüssigkeiten nehmen sie nicht auf; Blätter auf gefärbte Flüssigkeiten mancher Art gelegt, saugen in ihre Spaltöffnungen kein Pigment ein. Auch fehlen sie den untergetauchten Theilen gänzlich.

Am wahrscheinlichsten ist Sprengels Meinung, daß sie zur Einsaugung der Wasserdämpfe in der Atmosphäre dienen. Daraus erklärt sich, warum nur die der Luft ausgesetzten, nicht untergetauchten Theile damit versehen sind, warum lockere sie besonders besitzen, warum die untere der Erde zugekehrte Seite der Blätter vorzüglich diese Spalten hat. Hiezu kommen Bonnets mannichfaltige und überzeugende Versuche von den Wirkungen der Resorption (*Recherch sur l'usage d. feuill. p. 148. Oeuvr. T. 2.*

2. p. 179 - 460.) und dem bedeutenden Geschäft, welches dabey die untere Seite der Blätter treibt. Er bemerkte, daß Baumblätter, mit der obern Seite auf das Wasser gelegt, viel eher verwelkten, als wenn dieses mit der untern geschah, und wie oben erwähnt wurde, haben Baumblätter auf der obern Seite wenige oder gar keine Spaltöffnungen. Die Pflanze verlangt überhaupt äußere Feuchtigkeit. Ich brachte die biegsamen Zweige von der *Maurandia semperflorens*, junge Triebe von Birnbäumen u. dgl., wenn sie noch an dem Mutterstamme festfassen, indem ich sie gelinde bog, durch Quecksilber in eine damit gesperrte Flasche. Nie hielten diese Zweige einen Tag aus, ohne daß sich ein Anfang von Verwelkung gezeigt hätte, und nach einigen Tagen welkten sie ganz. Die Luft war dabey nicht verändert. Sobald aber Wasser mit eingesperrt war, hielten sich die Aeste sehr lange. Hieher gehört auch des Grafen von Sternberg Versuch, welcher das Hygrometer mehr Grade der Trockniß anzeigen sah, als es mit Pflanzen eingesperrt wurde *). Erwiesen ist also, daß die Pflanzen überall Feuchtigkeit verlangen, auch in der sie umgebenden Luft, wahrscheinlich ist es, daß sie solche durch Spaltöffnungen einsaugen.

Aber

*) S. Mayers Physikalische Aufsätze für Böhmen, Th. 2. S. 50.

Aber könnte man sagen, die Feuchtigkeit wird doch Wege in die Pflanzen finden, ohne durch Spalten gehen zu dürfen, ebenso wie sie Wege aus ihnen zu finden weiß, ohnehin, da die Pflanzen hygroskopische Substanzen sind. Man bedenkt bey diesem Einwurfe nicht, daß nur trockne Substanzen die Dämpfe hygroskopisch aufnehmen, nicht feuchte, oder gar von innern Säften durchaus befeuchtete, wie die Zellen der Blätter. Wir wissen ferner, daß nicht alle Substanzen die Dämpfe an sich ziehen, und in Wasser verwandeln. Unstreitig hat der sonderbare Bau der Spaltöffnungen seinen Nutzen zur Verwandlung der in der Luft schwebenden Dämpfe zu einer tropfbaren Flüssigkeit.

§. 3.

Die Oberfläche der Pflanzen, besonders der Stämme, Blätter und Früchte ist oft von einem *blauen Staube* (*pruina*, *glaucities*) bedeckt, der unter dem Vergrößerungsglase aus durchsichtigen Körnern von verschiedener Gestalt besteht. Batsch *) hielt diese Körner für feingestielte Glandeln, aber man sieht keine Spur von Stielen, und die chemischen Eigenschaften widersprechen diesen gänzlich. Senebier (Phys. veg. T. 2. p. 424.) handelt viel genauer davon und findet, daß sie in ihren Eigenschaften mit dem Wachse überein-

*) Grundzüge zur Naturgeschichte des Gewächsreiches, Weimar 1801 S. 137.

einkommen. Doch stimmen manche Eigenschaften damit nicht überein. Weingeist löste nach meinen Versuchen diesen Staub ungemein schnell auch in der Kälte auf, da er doch bekanntlich auf Wachs nicht wirkt. Kaltes Wasser löst ihm nicht auf, wohl aber heisses. Alkalien wirken auch darauf, besonders erhitzt, doch nicht so rasch als Weingeist. Auch Oele lösen ihn auf; Terpentinöl eben so schnell als Weingeist. Es ist also dieser Staub eine Materie von besonderer Art.

Hierher gehören ferner die Körner, welche auf den Kelchen einiger Thymian Arten, und auf den Blättern anderer gewürzhafter Pflanzen dieser Ordnung, und einiger andern, z. B. Myricae, vorkommen. Sie sind wahre ausgeschwitzte Harztröpfchen und keine Glandeln. Dafs ein Harz oder Balsam die Gemmen von manchen Bäumen, besonders Pappeln bedecke, ist eine bekannte Sache.

§. 4.

Es ist sehr irrig, wenn man die Secretion aller besondern Säfte in den Pflanzen durch Glandeln, wie in den Thieren, geschehen läßt. Da sie vielmehr zu den Seltenheiten im Pflanzenreiche gehört. *Wahre Glandeln* der Pflanzen bestehen aus zusammengehäuften runden Zellen und sondern einen eigenthümlichen Saft ab. Dieser Saft ist ihr Hauptkennzeichen. Sie sind entweder ge-

gestielt, oder nicht. Von den letztern geben die Glandeln, unter den Fruchtknoten an der Raute, ein sehr deutliches Beyspiel, und ich habe daher einen Längsdurchschnitt durch eine solche Fig. 37 vorgestellt. Die Glandel selbst, woraus ein stark riechender Saft hervorschwitzt, sieht man bey a aus Zellen zusammengesetzt, welche sich von den übrigen durch nichts als durch eine mehr grüne Farbe und dickere Zellengänge unterscheidet. Zu ihr führt kein Spiralgefäß, sondern diese gehen darunter und darüber zu den Blüthen-theilen. Ob der Saft aus den Zellen selbst oder den Zellengängen schwitze, läßt sich schwer bestimmen, wir sehen aber doch, daß die ganze Secretion nicht von der Stellung der Zellen, sondern allein von der Beschaffenheit derselben, von der Dicke ihrer Wände und dem innern Zustande derselben abhängt.

Die gestielten Glandeln sind entweder rund, an den Rosen, Himbeeren u. s. w., oder becherförmig, an den Kelchen der Hypericum Arten. Sie stehen auf einem Stiele, der aus Zellgewebe von länglichen Zellen besteht. Spiralgefäße gehen zu ihnen ebenfalls nicht, zuweilen befinden sie sich in dem untern Theile des Stieles. Der Stiel ist einfach und getheilt, und fast blattartig an der Moos Rose. Man muß diese Glandeln nicht mit den kopfförmigen Haaren, noch weniger mit den Haaren verwechseln, an deren Spitze ein Tröpfchen Saft ausschwitzt, wie dieses von manchen geschehen ist. So schreibt man vielen Salbey

Arten gestielte Glandeln zu, da doch nur ein Tröpfchen an der Spitze der Haare hängt, welches sich abwischen läßt, aber an der Luft so dickflüssig und braun wird, daß man es, flüchtig angesehen, wohl für eine Glandel halten könnte. Eben so irrig nennt man Glandeln die Warzen, oder das Sarkom in der Blüthe, man glaubt, der süsse Saft in der Blumenröhre werde von Glandeln bereitet, aber jene sind keine Glandeln, und dieser schwitzt aus dem Zellgewebe an der Basis der Röhre.

Die *unächten Glandeln* sind wie die vorigen aus runden Zellen zusammengesetzt, die zwar einen besondern Saft zu enthalten scheinen, aber nicht nach aussen absondern. Gewöhnlich haben sie von dem Saft eine helle, gelbliche Farbe, gleichsam als Papier mit Oel getränkt. Sie sind von sehr verschiedener Form und Lage. In der Substanz der Blätter verborgen sieht man sie an vielen Arten von *Hypericum*, wo sie die hellen, gleichsam durchlöcherten Tüpfelchen verursachen. In einer kleinen Vertiefung oder Delle der Blätter liegen sie an *Dictamnus albus*, aus hellen durchsichtigen Bläschen zusammengesetzt. Auf den Blättern von *Morus alba*, der untern Seite nämlich, erheben sie sich über die Oberfläche, bestehen zu unterst aus grossen gelben Zellen, die ein Häufchen von sehr kleinen Zellen tragen. Das Ganze ist mit der grünen Oberhaut überzogen, und das kleinere Zellenhäufchen bildet eine Erhöhung auf der Mitte der Glandel, daher sie Krocken *glandulae mammi-*
for-

formes nennt. Ausgezeichnet groß gegen alle diese sind die Glandeln an dem Blattstiele und den Zähnen des Blattrandes verschiedener Weidenarten, Pflaumenarten u. s. w. Sie bestehen, wie die übrigen, aus hellern, ziemlich großen runden Zellen, mit einer dickern braunen Oberhaut überzogen.

Diese unächten Glandeln gehen in die *Warzen* (verrucae) so über, daß sich die Grenzen kaum ziehen lassen. Die letztern bilden Erhöhungen auf der Oberfläche, aus Zellen zusammengehäuft, die nicht mit einer hellen, ölartigen Substanz, sondern mit der gewöhnlichen grünen Materie oder dem rothen Saft gefüllt sind. Man findet sie an vielen Pflanzen, oft ungemein klein. Beyspiele geben der Stamm von *Euphorbia Lathyris*, die Blätter mancher saftigen Pflanzen u. s. w.

Endlich sind von den Glandeln noch die *Papillen* zu unterscheiden. Sie werden durch Zellen der Oberfläche selbst gebildet, deren Decke von dem häufigen Saft strotzend über die Oberfläche sich erhebt. Man findet sie auf den Blättern des *Mesembryanthemum crystallinum* und einiger verwandten Arten, häufig auf den Blumenblättern, beständig aber auf dem Stigma und an der Spitze der Wurzeln, oder wenn diese zerstört wird, an der Seite derselben. Ihre Function ist offenbar die Einsaugung des Saftes, und sie sind in dieser Hinsicht wichtige Organe. Vielleicht ist jene Ausdehnung und Erweiterung der Decken die Ur-

Ursache, warum sie, sobald der Saft in ihnen etwas abnimmt, ihn sogleich begierig aus andern Körpern aufsaugen.

Zu den sonderbaren Organen gehören die, welche auf den Blättern der Pinus Arten, sowohl der obern als untern Seite in einigen Reihen liegen. Beym ersten Blicke gleichen sie den Spaltöffnungen, und sind auch wirklich dafür gehalten worden. Sie haben die längliche Form derselben, erscheinen aber ganz als ein dunkler Körper, ohne irgend eine Spalte, gleichsam als ob sie mit einer krümeligen Masse gefüllt wären, oder als ob eine ganz zusammengefaltete Membran dort läge. Ihre Function ist schwer zu errathen. Bekannt haben sie seit Guettard alle Schriftsteller, aber nicht besonders beachtet.

Ueber die Glandeln hat zuerst Guettard (Mem. de l'Ac. l. c. p. 367.) eine äußerst schätzbare Abhandlung geschrieben, doch sieht er mehr auf den äußern als den innern Bau. Schrank's Schrift (V. d. Nebengefäß S. 25) enthält ebenfalls treffliche Bemerkungen, aber auch hier mangelt eine genaue anatomische Untersuchung derselben. Sehr vorzüglich anatomisch handelt von ihnen Krocker (de plant. epid. p. 14.) nur scheint er mir den Begriff von Glandel zu weit auszudehnen.

§. 5.

Die *Haare* der Pflanzen bestehen aus kurzen, auf der äußern Oberfläche stehenden Röhren. Ihre Gestalt ist meistens konisch und oft haben sie Querwände. Man kann sie als eine verlängerte Zelle, oder als eine Reihe von Zellen ansehen, welche über die Oberfläche herausragen. Sie unterscheiden sich von der Papille dadurch, daß die ganze Zelle, oder die ganze Reihe auswärts sich befindet, da hingegen an der Papille nur die obere Decke, durch die Menge des Saftes in die Höhe gehoben ist. Von der Borste unterscheiden sie sich durch den ganzen Bau; jene haben seitwärts zusammengereihte Zellen, diese nur eine Reihe. Doch Abbildungen werden dieses am besten erläutern: Fig. 38, a. stellt ein Haar von *Antirrhinum majus*, b. ein anderes aus der Blume von *Cucurbita Pepo* vor Fig. 39, dagegen die Spitze von der Borste einer Saamenkrone von *Inula Helenium*.

Guettard (a. a. O.) und vorzüglich Schranck (a. a. O. S. 1.) haben die verschiedenen Formen der Haare genau auseinandergesetzt, worauf ich verweise. Bald sind sie sehr biegsam, bald steif, zuweilen mit spitzen Erhöhungen besetzt, die auch wohl rückwärts gekehrt stehen und Widerhaken machen. Einige theilen sich in zwey oder mehr Aeste, sogar haben sie an den Scheidewänden Auswüchse, und treiben dort eine Menge kleiner Haare hervor. Häufig stehen sie auf einer allgemeinen Zelle
und

und laufen von ihr sternweise aus, ja diese Stralen sind am Cistis squamatus verbunden und machen Schuppen. Das untere Glied ist nicht selten dicker, als die folgenden. Oft stehen sie auf einer Warze, deren Bildung besonders an den Borragineis mannichfaltig und zierlich ist; es liegen gewöhnlich eine oder auch mehr Reihen von Zellen in einem Kreise um das Haar, oder unter demselben. Die Farbe ist gewöhnlich weiß, selten rostfarben (*Ledum palustre*) noch feltener blau (*Solanum sanctum*). Spiralgefäße gehen nie zu ihnen. Ich wüßte keinen Theil, worauf sich nicht Haare fänden; Wurzel, Stamm, Blätter und alle Blüthentheile sind damit versehen, sogar die testa der Samen ist nicht frey davon (*Cleome*) und manche Samen haben sogar einen Haarzopf, (coma) von wirklichen Haaren nicht von Borsten. Oft wachsen Haare nach, wenn der Theil wächst, und dann bleibt er gleich rauh, oft nicht, und dann erscheint er glätter, als in der Jugend; selten erscheinen sie erst im Alter.

Schranck sucht mit vielen Gründen zu erweisen daß die Haare zum Einsaugen, nicht zum Ausdünsten dienen (S. 72.), er nimmt sogar mathematische Demonstrationen zu Hülfe, nach welchen eine Flüssigkeit durch einen konischen Kanal leichter eindringt als ausdringt. Das ist richtig, aber es ist noch die Frage, ob die Flüssigkeit schnell und leicht ausdringen oder lange darin verweilen soll. Ich halte mich hier an den Augenschein.

Sehr

Sehr viele Haare schwitzen, ohne Glandeln zu tragen, oder ohne kopfförmig zu seyn, einen klebrigen Saft aus, der an vielen Salbey Arten, dem Antirrhinum majus und andern als ein Tröpfchen auf der Spitze hervorquillt, dort etwas erhärtet, und für eine Glandel irrig angesehen wird. An den Cisten sehe ich die Seiten oft durch jene klebrige Feuchtigkeit zusammen geklebt. Die Kichern schwitzen an der Spitze der Haare Kicher säure aus. Man betrachte nur die Haare der Borraginearum und man wird eine weisse erhärtende Masse, welche auch oft einzelne Zellen in der Warze an der Basis färbt, deutlich in den Haaren sehen, ja in den Haaren von Echium stagnirt oft eine bräunliche Materie abatzweise in den Haaren. Nesselhaare, wenn sie in der Haut abbrechen, verursachen Brennen wegen des in ihnen enthaltenen ätzenden Saftes. An manchen ist die Flüssigkeit nicht merklich, aber dann vielleicht zu fein oder zu bald verdunstet. Man hat Gründe von der Zweckmässigkeit hergenommen angeführt, man hat gesagt, daß Pflanzen, die der Ausdünstung am wenigsten bedürfen, Haare haben, daß dieses gerade an durren, trocknen, windigen Orten auch der Fall ist, wo doch die Mittel zur Ausdünstung kräftig genug sind, aber abgerechnet, daß Gründe dieser Art leicht irre führen, so ist nicht gerade Ausdünstung, sondern eine besondere Excretion gemeint, welche die Haare leisten sollen. An solchen Orten scheint die Zusammenziehung des Ganzen diese

diese häufigen kleinen Hervorragungen zu bewirken.

Schranck will wirklich gesehen haben, wie das Wasser in die Haare drang. Aber ich will dieses zugeben, obgleich ich es nie bemerken konnte, so beweist dieses doch nichts, da sie die Feuchtigkeit schon als Haarrörchen würden aufgenommen haben.

Auch fehlen den haarigen Pflanzen die Spaltöffnungen nicht, nur sind sie schwer zu finden. Folgende Pflanzen besitzen solche bestimmt: *Salvia canariensis*, *officinalis*, *Phlomis fruticosa*, *Marrubium cinereum*, *Cistus ladaniferus*, *Cineraria maritima*, *Arctotis calendulacea*.

Ich halte folglich die Haare für die Excretionsorgane der Pflanzen. Aber es giebt haarartige Papillen auf dem Stigma, völlig wie ein keulenförmiges Haar gestaltet, und diese dienen unstreitig wie die übrigen, zum Einsaugen. Doch haben sie etwas Eigenes in ihrer Form; es scheint, als ob das Stigma nur bey jeder Zelle eingeschnitten wäre.

Sehr merkwürdige Organe hat Rudolphi*) im Innern der *Nymphaea* sowohl *lutea* als *alba* entdeckt. Man sieht sie in einem Querschnitte

*) Bemerkungen aus dem Gebiete der Naturgeschichte u. s. w. auf einer Reise von K. A. Rudolphi. Berl. 1805. T. 2. p. 99.

te des Blüthenstiels von *Nymphaea lutea* Fig. 40 und von *Nymphaea alba* litt. A. Es sind, wie man sieht, sternförmige Haare, welche aber nicht auf der äussern Oberfläche, sondern inwendig in den grossen Zellen des zusammengesetzten Zellgewebes sitzen. Sie verdienen die grösste Aufmerksamkeit. Sollte nicht die grosse Trockenheit jener Zellen, welche wegen ihres Umfangs fast der äussern Oberfläche gleichen, die Veranlassung dieser Haare feyn?

§, 6.

Wie sich die *Borsten* (setae) von den Haaren unterscheiden, haben wir in dem vorigen §. gesehen. Im Aeufsern gleichen sie denselben ausserordentlich, und weichen nur durch eine grössere Steifigkeit ab. Es sind eigentlich verkümmerte Theile mancher Art, oft ein verkümmerter Kelch, wie die Saamenkrone der Syngenesiten, oder ein verkümmertes Perigge, wie die Borsten um den Saamen der *Scirpus* Arten u. s. w. Man kann also bey ihnen nicht nach einer besondern Function fragen.

Die *Blattschuppen* (strigae) der Farrnkräuter bestehen ebenfalls ganz und gar aus zusammengereihten Zellgeweben, und scheinen zur Bedeckung wirklich zu dienen.

Die *Dornen* (aculei) sind sehr steife, spitze, konische, oft zusammengedrückte Theile,
aus

aus zusammengereihten Zellgeweben. Zu äußerst ist dieses Gewebe lang und schmalzellig, in der Mitte breit und kurzzellig. Doch ist die Form der Zellen in jeder Art wiederum anders. Ich habe keine Spiralgefäße in ihnen getroffen. Sie stehen auf der Rinde des Stammes, auf der Oberfläche der Blätter und auf dem Kelche. Von den Stacheln (spina) unterscheiden sie sich durch den Mangel der Spiralgefäße. Sie sind Auswüchse, deren Menge abnimmt, wenn der Trieb mehr zur Verlängerung gerichtet ist.

Zweyter Abschnitt.

Von den größern Theilen oder den Gliedern der Pflanze.

Erstes Kapitel.

Von der Wurzel und dem Wurzelstocke.

§. 1.

Das feine Gewebe, woraus die Glieder der Pflanze bestehen, haben wir abgehandelt, auch ihre allgemeinen Bedeckungen. Wir kommen zu den Gliedern, welche die Natur offen und frey dem Beobachter dargelegt hat, statt daß sie die wichtigsten Glieder der Thiere im Innern verbarg, daher auch der Anatom mehr bey diesen, als bey jenen erfordert wird.

Wurzel (*radix*) nennen wir alle Theile, welche zufolge eines bestimmten Triebes nie aufwärts, sondern immer niederwärts zu wachsen streben. Oft machen sie die Basis des ganzen

zen Stocks der Pflanze (caudex) aus, oft finden sie sich an demselben zerstreuet, und die Pflanze wurzelt an manchen Stellen.

Die Wurzel steigt durch einen eigenen Trieb niederwärts. Ich legte einen Topf voll Erde auf die Seite, drückte Waizenkörner auf die Oberfläche ein, doch so, daß sie nicht ganz von Erde bedeckt waren, und zwar in einer Lage, wo die Spitze des Würzelchens nach oben gekehrt war. So wie sie keimten, stiegen die Würzelchen in einem Bogen abwärts, der Stamm in einem Bogen aufwärts. Durch diesen Versuch werden alle die Hypothesen widerlegt, nach welchen eine Anziehung oder andere Wirkung der Erde, oder der Luft jene Richtung hervorbringen soll. Man findet viele von solchen Hypothesen bey Du Hamel gesammelt und beurtheilt (Phys. d. arbr. T. 2. p. 137, 142), auch eine eigene eben so unrichtige des sonst scharfsinnigen Mannes. Wenn die Wurzel in der Erde Widerstand findet, so krümmt sie sich aufwärts und steigt auf der andern Seite wieder herab, wie schon Kraft beobachtet hat *). Auf Anhöhen wendet sie sich, wenn sie in Ebenen vertical nieder geht, etwas in die Höhe, und zwar um einen Winkel (mit der Verticallinie), welcher dem halben Inclinationswinkel der Anhöhe mit dem Horizont gleich ist **). Dieses ist zwar nicht immer so

*) Novi Commentar. Academiae Petropolitan. T. 2. p. 247.

**) S. I. C. Döderlein in den Hannöverischen Gelehrt. Anzeigen f. 1753. 6. St. Rosenthals Mathemat. Encyclopäd. Th. 1. S. 98.

so ganz genau, trifft aber doch ohngefähr allerdings zu. Die Richtung des Triebes nach unten gegen die Verticallinie gehalten, ist in verschiedenen Arten verschieden.

§. 2.

Man nennt die Wurzel *Pfahlwurzel* (*palaris*), wenn sie den Stock der ganzen Pflanze nach unten fortsetzt; *Zaferwurzel* (*fibrosa*), wenn der Stock der Pflanze mit dem Stamme aufhört, und viele Wurzelzweige an der Basis des letztern entspringen. In allen Monocotyledonen habe ich beständig eine Zaferwurzel gesehen, sogar in den Palmen, deren Wurzelzafern aber groß und dick sind. Die Form der ganzen Wurzel sowohl, als der einzelnen Zweige, ist die rundliche.

Die Wurzel besteht aus Rinde und Holz; das Mark fehlt ihr meistens. Diese Bemerkung, welche Medicus in neuern Zeiten geltend gemacht hat (Beyträge 2s Heft S. 69), ist schon von Schmiedel vorgetragen *), auch trifft sie meistens zu, und giebt ein vortreffliches Kennzeichen, wodurch man sie in der Regel von Wurzelstock und Stamm unterscheiden kann. In alte Wurzeln dringt doch das Mark an der Basis aus dem Stamme ein, wird aber schnell kleiner und hört weit vor der Spitze auf. Dieses alles hat schon Malpighi rich-

*) Epistola ad Burmannum adjecta hujus Diss. de Geraniis. Lugd. Bat. 1759. 4.

richtig vorgestellt (Opp. T. 30. f. 118. 119). Aber eine Ausnahme, wo Mark durch die ganze wahre Wurzel läuft, hat uns Bernhardt an der Balsamine kennen gelehrt (Ueber Pflanzengef. S. 20).

Den zerstreuten Wurzeln am Stamme fehlt ebenfalls das Mark, auch den dicken grünen Wurzeln, welche in einem Kreise unten am Stamme entspringen und sich in einem Bogen zur Erde wenden (*rad. fulcrantes*), wie man sie an der grossen Abänderung von *Zea Mays* an *Haemanthus puniceus* und andern Pflanzen gewahr wird.

An einigen Wurzeln wird hier und da die Rinde sehr verdickt und bildet Knoten, aber das Holz in der Mitte bleibt unverändert. Solche Knoten stellen falsche Knollen dar. Ein Beyspiel giebt die *radix pendula* der *Spiraea Fili pendula*. An andern ist die ganze Zaser verdickt, doch nur die Rinde, nicht das Holz, z. B. an den *Ranunculus* Arten.

§. 3.

Um den innern Bau einer Zaserwurzel kennen zu lernen, mag *Triticum Spelta* zum Beyspiel dienen. An der eben gekeimten Wurzel ist das äussere Parenchym ziemlich weit- und kurzzellig, Fig. 41, und mit langen Haaren ohne merkliche Scheidewände besetzt. Einen Längsdurchschnitt durch die Mitte stellt Fig. 42 vor. Die Rinde hat zu äusserst Pa-
ren-

renchym; nach innen gegen das Holz sehr engzelligen Bast; durch die Mitte läuft ein Bündel von Spiralgefäßen, die sich nicht abrollen, aber doch noch ziemlich gerade Querstreifen haben. Wenn die Wurzel alt geworden ist, verändert sich die äußere Rinde sehr wenig, die innere wird sehr hart, und hat lange, enge Zellen, Fig. 45, woraus man sieht, daß der Bast sich dem Holze angeschlossen hat. Das Holz ist ganz zu sehr zerstörten Treppengängen und zu getüpfelten oft wenig getüpfelten Gefäßen geworden, die sich bloßen Fibern nähern, s. Fig. 44. So ist der Bau in fast allen Monocotyledonen, welche im Trocknen wachsen. In den Wasserpflanzen hingegen wird das Holz durch eingeschobene Lagen von Parenchym getrennt, wie die Zaser von *Arundo Phragmites* Fig. 45 zeigt. Dieses bemerkt man auch an den Zäsern der Zwiebelgewächse, und an andern großen und saftigen Wurzeln. Die Wurzel der Farrnkräuter verhält sich wie die Wurzel der Monocotyledonen, doch findet sich statt des Bastes das braune Zellgewebe, wovon schon Abschn. 1. Kap. 1. §. 4 geredet ist. Unter den Pfahlwurzeln mag die Wurzel der *Malva verticillata* zum Beyspiele dienen. Die äußere Rinde der jungen Wurzel besteht aus Parenchym, und man bemerkt an einigen Stellen schon die Näherung zum mauerförmigen Zellgewebe, s. Fig. 46. Ein Längsschnitt durch die Mitte derselben Wurzel, Fig. 47 — zeigt das Parenchym der äußern Rinde, den Bast der innern, das Holz in der Mitte aus Spiralgefä-

fsen, welche von den eigentlichen Spiralgefäßen zu den Treppengängen den Uebergang machen. Alles dieses ist sehr verändert, wenn man die ältere Wurzel untersucht. Die äussere Rinde besteht nun ganz aus dem mauerförmigen Zellgewebe, und man sieht also, daß dieses erst in späterer Zeit gebildet wird, unstreitig durch die Ausdehnung in die Dicke, so wie, wenn man ein gestricktes künstliches Netz stark in die Quere zieht, auch die Maschen eine ähnliche Stellung annehmen, und gerade Querlinien machen. Daher findet man es nur an dicken Wurzeln, nie an dünnen, auch nicht an den Wurzeln, welche der Stamm treibt, z. B. den *radiculis* der *Stapelien* u. s. w. Die innere Rinde besteht aus einem sonderbaren netzförmigen Gewebe aus Bast und Parenchym, wie der Längsschnitt an der innern Oberfläche Fig. 49 zeigt. Betrachtet man den Längsschnitt durch die Mitte der Rinde Fig. 50, so sieht man die mauerförmige Form des Parenchyms, und wie die Bastbündel sich gegen das Holz in a vermehren. Eben so verhält sich das Holz. Ein Längsschnitt nach der Oberfläche Fig. 51 hat die Gestalt von Fig. 49, nur unterscheiden ihn die verschobenen Treppengänge bey a, welche man nie in der Rinde wahrnimmt. Ein Längsschnitt durch die Mitte Fig. 52 zeigt wiederum das mauerförmige Zellgewebe, wie es den Bast durchdringt, und sehr verschobene Treppengänge bey a. Aus dieser Vertheilung des Bastes und des Parenchyms entstehen die Stralen auf dem Querschnitte Fig. 53, wo die grossen Oeffnungen die Spiralgefäße bezeichnen.

Hier-

Hieraus läßt sich nun bestimmt und deutlich einsehen, wie sich eine Pfahlwurzel, die eine ansehnliche Dicke erreicht, im Alter verändert. So wie der Bast anwächst, dringt das Parenchym von aussen zwischen den Bast, denn in den jüngern Wurzeln fehlt jene Abwechselung von Bast und Parenchym; es dringt eben so zwischen das Holz und macht die Stralen, welche sich auf dem Querschnitte zeigen. Es dringt von aussen hinein, denn gegen das Innere stoßen die Stralen zusammen, und das Parenchym bildet Keile, dessen breite Flächen im Umfange liegen. Hiedurch muß nun jene Spannung des Zellgewebes und jene Verschiebung der Spiralgefäße entstehen, worauf ich mich 1. Abschn. Kap. 2. §. 5. berufen haben. Da die Wurzeln äusserst schnell in die Dicke wachsen ungleich schneller in der Jugend, als der Stamm, so muß sich hier die Verschiebung stark und früh zeigen.

Alle Pfahlwurzeln kommen hierin überein, nur die Menge des eindringenden Parenchyms ist verschieden, äusserst gering in den dünnen holzigen äusserst häufig in den fleischigen dicken Wurzeln.

In die Länge wächst die Wurzel wie alle organischen Körper, überall werden nämlich neue Theilchen eingeschoben, doch häufiger gegen die Spitze, wo alles jünger, weicher und ausdehnbarer ist. Du Hamel brachte Stückchen Drath in die Wurzel, und fand diese

nach einiger Zeit besonders gegen die Spitze von einander entfernt. (Phyſiq. d. arbres T. 1. p. 84.).

§. 4.

Was bisher von dem Wachsen in die Dicke gesagt wurde, bezieht sich auf die Veränderungen der jährigen Wurzeln überhaupt, oder der ausdauernden, sowohl zweyjährigen als perennirenden im ersten Jahre. Die letztern bekommen Jahrringe, welche, so viel ich beobachtet habe, genau das Alter anzeigen. Ich lege ein Stück vom Querschnitte einer zweyjährigen Wurzel von *Arctium Lappa* fig. 54. vor, worin sich zwey Schichten oder Jahrringe befinden. Die äufsre Schicht a. hängt mit den innern b, so zusammen, daß das Zellgewebe aus der einen in die andere ununterbrochen übergeht. Die äufsere ist aber viel fester, daher sieht man nur die Oeffnungen der Spiralgefäße; die innere ist viel weicher und die Spiralgefäße liegen herausgezogen zum Theil auf dem Schnitte c. Diese Festigkeit entsteht nur von den dichtern und mehr gehäuftten Zellen. Hieraus erhellt, daß nicht von aussen eine Holzschicht anwächst, sondern, daß die Wurzel ausgedehnt, die dadurch gebildete innere Höhlung mit einer neuen Holzschicht angefüllt wird, die äufsere sich verdichtet, und auf diese Weise die beiden an Dichte verschiedenen Holzschichten oder Jahrringe sich bilden. Je mehr also die Wurzel wächst, desto lockerer wird ihr Inneres, ja

ja es wird endlich so locker, daß aus dem Stamme Mark in sie dringt, und zuweilen weit hinein erfüllt.

Die Ausdehnung der Wurzel geschieht durch den Stamm. Er ist nämlich mit ihr oben zusammengewachsen, und die Gefäßbündel laufen ohne Unterbrechung aus dem Stamme in die Wurzel. Schon liegen sie des Markes wegen, im Stamme mehr nach aussen, in der Wurzel mehr in der Mitte, aber da der Stamm von innen anwächst, werden die ersten Gefäßbündel mehr nach aussen geschoben, ziehen die Bündel der Wurzel mit fort, und öffnen so die innere Höhlung, welche der Grund von dem ganz umgekehrten Wachstume des Holzes und der Wurzel ist.

Man muß mit diesen Jahrringen nicht die falschen Schichten verwechseln, die einige sehr dicke Wurzeln schon in erstem Jahre zeigen. Sie werden bloß aus Parenchym gebildet, (s. Fig. 55. ein Stück vom Querschnitte der Wurzel von *Beta rubra*), und die Schichten trennt nur grobcelliges rothes Parenchym bey a. Sie entstehen von der Menge des Parenchyms, welches nicht nur nach innen durch den Bast dringt, sondern sich dann auch bey a. seitwärts verbreitet, und das andere Parenchym auseinander treibt.

§. 5.

Die Aeste der Wurzel bilden sich auf eine sehr einfache Weise. Es, entfernen sich Gefäße
von

von dem Hauptbündel; sowohl von oben als von unten, wenden sie sich seitwärts, durchdringen die Rinden, nehmen einen Theil mit sich und erscheinen so als Ast, der so zart er seyn mag, doch immer Gefäße enthält. Die Lage der Aeste ist beständig unbestimmt. Ein Reitz befördert das Hervorbrechen derselben; in lockerer, magerer Erde schießt die Wurzel gerade, unzertheilt nieder, Dünger macht sie nach der allgemeinen Erfahrung der Gärtner zackig, da wo die Erde angedrückt ist, entstehen viele Zafern. Auch das Abschneiden der Hauptwurzel, oder die Hemmung des Haupttriebes befördert das Hervortreiben der Aeste, und einzelne zerschnittene Stücken können Zafern treiben.

Die Wurzel wurzelt fast beständig in der Erde, auch Wasserpflanzen (*Lemna* ausgenommen) steigen mit der Wurzel die sich an der Basis des Stammes befindet bis zum Grunde hinab. Aber die Zaferwurzeln, welche aus dem Stamme hervorkommen, schweben frey in Wasser und an einigen wenigen auch frey in der Luft, bis sie Erde erreichen. Es giebt Pflanzen, welche in andere Pflanzen wurzeln, (ächte Schmarotzerpflanzen, *plantae parasiticae*) wie der Mistel, dessen klebriges Rhizom sich an die Rinde der Bäume hängt, Zaferwurzeln in den Stamm bis ins Holz treibt, und seine Gefäße den Gefäßen des Stammes so einimpft, daß die Pigmente aus diesen in jene und umgekehrt übergehen. S. hierüber Du Hamels

mels *) und Decandolle's **) Bemerkungen. Die unächten Schmarotzerpflanzen haben eine Wurzel in der Erde, treiben aber aus dem Stamme auch Wurzeln, welche in andere Gewächse dringen. Pflanzen, wenn sie in der mit Erde gefüllten Höhlung anderer Pflanzen wurzeln, verdienen den Namen der Schmarotzerpflanzen nicht.

Die Oberhaut der Wurzeln läßt sich nicht abziehen, auch hat sie keine Spaltöffnungen, wohl aber nicht selten Haare. Nach Schrank dienen sie, den Nahrungsaft einzufaugen, und Hedwig behauptet sie beständen deswegen ganz aus Spiralgefäßen. Aber man darf nur auf den Ort Achtung geben, wo sie entspringen, so wird man bemerken, daß dieses nur in den Höhlungen der Erde geschieht, wo die Erde nicht fest angedrückt ist, gerade in den für die Ernährung schädlichen Räumen, auch bemerkt man keine Spur von Gefäßen in ihnen. Die Wurzel saugt durch Papillen den Nahrungsaft ein, und da diese sich gewöhnlich an der Spitze befindet, so geschieht es durch die Spitze, wie Senebier's Beobachtungen bestätigen (Phys. veg. T. 1. p. 311). Bringt man die Wurzeln in eine der Pflanze untaugliche Flüssigkeit, so leiden die Spitzen zuerst, füllen sich auch wohl deutlich mit dem untaug-

*) Observations sur le Guy in Mem. de l'Acad. d. Scienc. d. Paris. p. 1740. S. 483. auch von Zinn ausgezogen im Hamb. Magaz. 21. B. S. 267.

**) Bulletin d. la Société philomatique. n. 45.

tauglichen Saft und an den Seiten dringen andere Papillen hervor, wie ich schon oben angeführt habe. Lemna hat an den Spitzen der Wurzeln einen hohlen konischen Deckel, auf dem sich die Papillen befinden, Sprengel will dergleichen auch an spiralführenden Pflanzen wahrgenommen haben (Anleit. Thl. 3. S. 27.), doch in der Maafse habe ich es nie bemerken können.

Brugmanns sagt, die Wurzel schwitze aus ihren Wurzelenden Tröpfchen von Unrath aus, Hedwig aber glaubt diese Excretion sey nicht natürlich *). Ich habe nie dergleichen bemerkt, auch sehe ich keine klebrige Feuchtigkeit an den Haaren, deren Ausdünstung wohl in feinem Flüssigkeiten besteht. Aber durch das beständige Absterben der Wurzeln füllt sie die Erde genug mit Unrath.

Die Wurzel treibt in ihrem Verlaufe ausser den genannten Organen oft Stämme, welche in die Höhe wachsen, ferner Knollen, und an der Utricularia besondere Behälter, von Willdenow ampullae genannt **) oder hohle blasenförmige Theile, deren Nutzen mir unbekannt ist.

In der Wurzel befinden sich viele Körner von Stärkmehl oder Schleim, besonders da,
wo

*) S. v. Humboldts Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen Leipz. 1794.

*) Willdenow Grundriss der Kräuterkunde. Dritte Aufl. Berl. 1802. §. 34.

wo sich die Rinde verdickt und knollartige Theile macht. Die Farbe ist unrein weiß, wenn sie das Licht trifft, erlangt sie eine grüne Farbe, auch ist die rothe nicht selten, seltener die gelbe und am seltensten die blaue (*Eryngium*). In den meisten Fällen rührt die rothe Farbe von dem gewöhnlichen Extractivstoff her.

Die Wurzel der Pflanzen ist in einer beständigen Veränderung. Immerfort sterben Fasern und Aeste ab, und andere wachsen zu. Indem die ältern bald untauglich zu werden scheinen, vielleicht weil sich die Spiralgefäße zu sehr verschieben, so düngen und verderben sie das Erdreich. Selten dauert die Hauptwurzel mehrere Jahre; sie stirbt nachdem sie Zweige und Stämme mit neuen Wurzeln getrieben hat. An den Bäumen wächst der Stamm in die Erde und ersetzt endlich die Wurzel.

Die spirallofen Najaden haben eine Wurzel aus bloßen Zellengewebe; die Moose und Lebermoose hingegen nur Faserwurzeln, in denen ich nichts als einen hohlen Kanal entdecken kann. Den anomalen Pflanzen fehlt die Wurzel durchaus.

§. 6.

Stock der ganzen Pflanze (*caudex*) nenne ich den länglichen Theil, welcher alle übrigen trägt. Den untern Theil desselben bildet die

die Pfahlwurzel, den obern der Stamm. Der *Wurzelsstock* (rhizoma) findet sich zwischen den Wurzeln und den Stämmen und hat eine Tendenz nach allen Seiten zu wachsen und sich auszubreiten. Der Name rhizoma rührt von Ehrhart her. Willdenow nennt ihn *caulis intermedius* (Grundr. §. 13.) und Mönch *) *corpus*. Er unterscheidet sich durch die unregelmässige Form, sogleich, aber auch vorzüglich dadurch, daß Bündel von Spiralgefäßen das Zellgewebe schwankend nach mannichfaltigen Richtungen durchlaufen. Er nähert sich den Knollen ungemein, aber diese befinden sich seitwärts am Stamme oder an der Wurzel, da das Rhizom umgekehrt beide unterstützt.

Die Form ist äußerst verschieden, und mannichfaltig, wie die sogenannten knolligen Wurzeln von *Iris*, *Convallaria*, *Cyclamen* u. dergl. zeigen. Da dieser Wurzelsstock lange dauert und immer neue Stämme treibt, so besteht er endlich beynahe ganz aus den Ansätzen neuer Stämme und erhält eine knottige Form. Er rückt auch weiter fort, indem er an der einen Stelle wächst, an der andern abstirbt. Regelmässig stirbt er an *Fumaria cava* immer in der Mitte ab. Zuweilen erhebt er sich über der Erde und wird dem Stamme ähnlich, an *Lathraea Squamaria*, *Rhodiola rosea*. Auch wächst er unter der Erde dünn und stammähnlich fort, z. B. an *Oxalis*

*) Einleitung zur Pflanzenkunde Marburg 1798. S. 42.

lis. Die breite Basis der Zwiebeln gehört ebenfalls hieher. Sonst gleicht er der Wurzel.

In den genuinen spirallofen Pflanzen finde ich ihn nicht. Aber was man an den anomalen Pflanzen Wurzel nennt, kann man eher zu dem Wurzelstocke rechnen. Es ist eigentlich die ganze Substanz der Pflanze, kein durch inneren Bau ausgezeichneter Theil, welche sich entweder an der Basis verbreitet, wie an den Tangarten und manchen Pilzen, oder in Fasern zertheilt überall dahin wächst, wo Erde, um Nahrung zu saugen sich findet, ohne alle bestimmte Richtung,

Der Wurzelstock ist in der ersten Jugend nicht vorhanden. Es entsteht entweder im ersten Jahre oder auch erst in den folgenden, am Grunde der Pflanzen ein Knoten, der sich immer erweitert, Stämme und Wurzeln treibt und endlich einen wahren Wurzelstock darstellt. Er ist den perennirenden Pflanzen allein eigen; jährige haben ihn wohl nie; bey den Bäumen und Sträuchen ist er so mit dem Stamme zusammengeschmolzen, daß man ihn davon nicht unterscheiden kann.

Zweytes Kapitel,

Von dem Stamme.

§. 1.

Der *Stamm* (caulis) ist der Theil des ganzen Stockes, welcher eine Neigung hat aufwärts zu wachsen. Dadurch unterscheidet er sich von der Wurzel, die beständig nach unten strebt. Allein es fehlt ihm das Bestreben, nach unten zu wachsen, keinesweges; man findet ihn einige Tage nach dem Keimen schon bedeuteud in die Erde gedrun- gen, und als ich mir ein ein Zeichen an der Basis junger Kürbispflanzen machte, sah ich dieses nach einigen Monaten 2 - 3 Zoll tief in der Erde. Man kann die Stelle der Pflanze, wo sie zum Theil aufwärts zum Theil unterwärts wächst, mit einem von Iungius *) entlehnten Worte, Grund (fundus) nennen und daher die Pflanzen in vielgründige (multi

*) I. Iungii Opuscula botanica physica Coburgi 1747. 4. Ilagoge phytoscopica c. 2. §. 4. c. 6.

tifundes) und eingründige (unifundes) unterscheiden.

Der Trieb aufwärts zu wachsen, ist dem Stamme eigenthümlich, wie ich in dem vorigen Kapitel §. 1. gezeigt habe. Geknickte Stämme, welche gegen den Boden hingen, aber noch fortwuchsen sah ich oft sich wiederum drehen und nach oben zu wachsen. An den Anhöhen stehen die Stämme beständig in dem ihnen eigenen Winkel mit dem Horizont, welcher aber bey verschiedenen Arten auch verschieden ist.

Alle genuinen Pflanzen haben einen Stamm, der nur zuweilen sehr kurz ist. Wenn mehrere vorhanden sind, läßt sich entweder ein Hauptstamm unterscheiden oder mehrere sind einander gleich; im erstern Falle kann man die Nebestämme als Aeste ansehen. Auch hat manches Gewächs mehrere Arten von Stämmen, einen ziemlich aufrechten Hauptstamm, und andere mehr auf der Erde liegende, die sich gegen die Zeit der Blüthe haben, (flagella) auch wohl Wurzeln treiben und dort andere aufrechte blühende Stämme empor schicken, (sarmenta) z. B. an den Erdbeeren. Stämme, die seitwärts aus der Wurzel kommen, erst weit die Erde durchlaufen, ehe sie in die Höhe wachsen, heißen Schößlinge (stolones). Diese Stämme, da wo sie unter der Erde verborgen sind, so wie die niederwärts steigenden Stämme, nehmen ganz das Äußere der Wurzel an, und sind von den mei-

meisten Schriftstellern auch für Wurzeln gehalten worden.

Der Stamm endigt sich in der Regel mit der Fructification, welche allem Wachsthum ein Ziel setzt (caulis determinatus Jung. Isagoge c. 11. §. 5.) doch giebt es einige Gewächse, die nur aus den Achseln die Blüthen, an der Spitze aber immerfort Blätter und neue Triebe hervorbringen, wie einige Labiatae (caulis indeterminatus).

Die anomalen Pflanzen haben keinen Stamm. Der ganze Pflanzenkörper ist durchaus von einem gleichen innern Bau, obgleich äußerlich verschieden geformt und hat kein ausgezeichnetes Glied, als den Fruchtbehälter, ja in einigen Fällen ist er selbst ganz Fruchtbehälter. Daher unterscheide ich an ihnen nichts als thallus und sporangium. Der innere Bau des erstern ist schon o. . . , wo von unregelmässigen Zellgewebe die Rede war, (Abschn. 1. K. 1. §. 5.) angegeben worden.

§. 2.

Desfontaines hat uns zuerst darauf aufmerksam gemacht, wie sehr der innere Bau des Stammes in den Monocotyledonen von denselben in den Decotyledonen abweicht*). In ihnen fehlen die Holzringe, wodurch das Mark und

*) Memoires de l'Institut. national T. 1. Class. physiq. etc. p. 478.

und die Rinde von einander unterschieden werden; die Holzbündel stehen zerstreut im Zellgewebe. Er hat dieses durch Querschnitte des Stammes von Palmenarten verglichen mit den Querschnitten anderer Bäumen deutlich gezeigt.

Um diesen Unterschied darzustellen habe ich den Querschnitt einer Grasart, nämlich von *Paspalum stoloniferum* Fig. 55. vorgestellt, nachdem ich sorgfältig alle Blattscheiden abgestreift hatte, welche Babel (Diss. de Gram. fabr. T. 1.) mit abbildet. Zur Vergleichung ist der Längsschnitt durch die Mitte Fig. 56. hinzugefügt, und beide Figuren sind übereinstimmend mit Buchstaben bezeichnet. Das Parenchym bildet die Hauptmasse des ganzen Stammes und ist gegen die Rinde a. etwas dichter, gegen die Mitte lockerer. In diesem liegen die Holzbündel zerstreut, doch nicht ganz ohne Ordnung; gegen die Rinde in grösserer, gegen die Mitte in geringerer Menge; zu äusserst Bast b. und kleinere Spiralgefässe a, in der Mitte ein grosses Ringgefäss c. führend. So sind alle Gräser, selbst die *Bambusa* gebauet. Wir wollen damit ein Stück von dem Querschnitte einer andern Monocotyledone, nämlich *Hemerocallis fulva* vergleichen. Hier ist allerdings das Parenchym a. in der äussern Rinde, nebst zerstreuten Holzbündeln gegen die Mitte wie in den Gräsern aber zugleich auch eine Bast-schicht in der innern Rinde, welche den Gräsern fehlt. Von einer Dicotyledone, nämlich *Chenopodium viride* stellt

stellt Fig 58. den Querschnitt, Fig. 59. den Längsschnitt durch die Mitte vor und in beiden Figuren bedeuten die Buchstaben einerley; a. ist die äussere Rinde, b. die innere aus Bast, c. sind die Holzbündel, welche aber hier allein im Umfange innerhalb um die Rinde stehen.

Hieraus folgt nun dieses: Die Natur, welche nirgends scharfe Grenzen zieht, hat auch hier solche nicht gezogen, die Gräser stehen am weitesten von den Dicotyledonen entfernt, die Liliaceen nähern sich ihnen schon mehr durch die innere Rinde. Allerdings haben die meisten Dicotyledonen keine zerstreuten Holzbündel in dem mittlern Parenchym, sondern sie stehen alle im Kreise, doch aber finden sich solche zerstreute Bündel in den Cucurbitaceen, sogar in dem mit *Chenopodium viridi* verwandten *Ch. rubrum* den Amaranthen u. s. w. Es bleibt also nur folgendes übrig. Keine Monocotyledone, (wenn man *Cuscuta*, *Taxus* ausnimmt) hat alle Holzbündel in einen Ring oder in einen Kreis innerhalb der Rinde gestellt.

Die Farrnkräuter kommen zwar den Monocotyledonen nahe, doch unterscheiden sie sich in manchen Stücken. Die Rinde fehlt ganz und gar; die Holzbündel liegen in dem bloßen grosszelligen Parenchym. Diese Holzbündel sind zerstreut und von verschiedener Grösse in den Polypodiis und Aspidiis, da hingegen die Monocotyledonen sie meist von einer-

einerley Grösse haben. *Scolopendrium officinale* hat zwey halbmondförmige Gefäßsbündel mit der convexen Seite zusammengestellt; diese trennen sich aber im Alter und entfernen sich immer mehr. In *Osmunda regalis* bildet das Holz eine zusammenhängende, gebogene, mitten im Parenchym liegende Masse. Doch hievon giebt es viele Mannichfaltigkeiten.

Einige Najaden besitzen ein Holzbündel, welches ohne Mark durch die Mitte des Stammes läuft, z. B. *Potamogeton*, *Hippuris*, *Callitriche*. Es zeichnet sie sehr aus und bestimmt eine eigene, leicht zu erkennende Pflanzenklasse.

Babel redet in der oben angeführten Schrift von den Zuckerfäckchen der Gräser und hat sie auch abbilden lassen. Ein Längsschnitt würde ihm gezeigt haben, daß es gewöhnliche Gefäßsbündel sind, bestimmt, um Hauptnerven des Blattes zu machen.

Eine Sonderbarkeit verdient hier noch einer Erwähnung. Gewöhnlich begleitet zwar der Bast das Zellgewebe, doch giebt es einige Fälle, wo Bündel von sehr engem, langgestrecktem Zellgewebe oder Bast in dem Stamme ziemlich entfernt von den Gefäßsbündeln liegen. So haben einige Labiatae, z. B. *Lanium*, in den vier Ecken des Stammes solche Bastbündel; viele Umbellenpflanzen in den hervorstehenden Kanten u. dgl. m. Die Enge

K

und

und Länge der Zellen ist sehr verschieden; auch steht der Boden derselben mehr oder weniger schief auf den Seitenwänden. Es stellt also dieses Gewebe ein Mittelding von Parenchym und Bast dar.

§. 3.

Wir kommen zu der Untersuchung, wie der Stamm fortwächst und wie die Holzschichten gebildet werden. In den Monocotyledonen oder den Pflanzen, die den Bau der Grasarten haben, geschieht dieses auf eine einfache, gewöhnliche Weise. Die Theile verlängern und erweitern sich nicht allein, sondern es entstehen neue zwischen den alten, Zellen zwischen Zellen, Gefäße zwischen Gefäßen. Der Querschnitt eines ältern Stammes ist dem eines jüngern in allen Stücken ähnlich. In den baumartigen Gräsern verhärten sich die Theile auf eine außerordentliche Art. Die äußere Rinde wird in Bambusa, selbst in unserm gemeinen Schilf (*Arundo Phragmites*) ungemain hart und fest. Nie erscheint die Oberfläche in dem Grade rissig, als in den Dicotyledonen; es giebt einige Fälle, wo sie nur durch die Ueberbleibsel der Blätter uneben wird.

Ganz anders verhält es sich mit den Dicotyledonen. Eine krautartige Pflanze: *Chenopodium viride* mag hier als Beyspiel dienen. Den Querschnitt der jungen Pflanze stellt Fig. 58, den Längsschnitt durch die Mitte

Mitte Fig. 59. vor. Hiemit wollen wir den Querschnitt der ältern Pflanze Fig. 60. vergleichen, wo dieselben Buchstaben angebracht sind. Die Kanten des Stammes sind verschwunden, und der ganze Umriss gleichförmiger geworden; schon ein Zeichen einer Vergrößerung von innen aus. Die innere Rinde b. ist mit dem Holze so verbunden, daß man, ohne abzureißen, sie nicht unterscheiden kann. Sie besteht aus Bast, der wechselsweise dichter und lockerer ist, wie ein Längsschnitt derselben Fig. 61. lehrt. Das Holz c. ist in dem ältern Stamme ungemein vergrößert; die mit Parenchym erfüllten Zwischenräume zwischen den Bündeln sind ganz verschwunden; es ist ein Holzring entstanden, und dieser besteht, gleich der innern Rinde, aus abwechselnd lockerm und dichterm Baste, nur mit eingestreuten Gefäßen. Gegen das Mark stehen noch einzelne Holzbündel inwendig am Holzringe im Kreise umher Fig. 60 d. Der Längsschnitt durch die Mitte des Stammes Fig. 62. zeigt uns erstlich, daß der Holzring nicht ganz rein ist, sondern zusammengedrücktes, beynahe mauerförmig gewordenes Parenchym einschließt; er lehrt uns ferner, daß die Gefäßbündel dicht am Marke noch eigentliche abzurollende Spiralgefäße enthalten. Diesen Kreis von frischen Gefäßen um das Mark nannte Hill corona, Mirbel nennt ihn l'étui tubulaire (a. a. O. S. 186).

Wir sehen also hier deutlich, wie das Wachsthum geschieht. Der Bast ist es, welcher

cher vorzüglich anwächst und sich zwischen das Parenchym einschiebt, gerade umgekehrt als in der Wurzel, wo Parenchym zwischen den Bast dringt. Eben so schiebt sich stellenweise Bast zwischen Bast ein, und es entstehen dadurch die abwechselnden Dichtigkeiten des Bastes. Das Holz bildet endlich einen zusammenhängenden Ring und schließt das Mark ein. Indem von Zeit zu Zeit neue Gefäßbündel entstehen, wird das Mark immer mehr vermindert.

Der Stamm in den Dicotyledonen zeichnet sich also dadurch sehr aus, daß er strahlenweise zuwächst. Dieses könnte, wie wir eben gesehen haben, nicht geschehen, wenn nicht die Gefäßbündel der jüngern Pflanze innerhalb der Rinde im Kreise ständen, und ihre Erweiterung nach den Seiten, also einen Ring bilden müßten. Stehen die Bündel zerstreut, wie in den Monocotyledonen, so kann durch ihre Erweiterung nie ein Ring hervorgebracht werden. Es giebt aber Pflanzen, wo die Gefäßbündel sowohl im Kreise, als in der Mitte zerstreut stehen, wie die meisten Amaranthi, und dann geschieht der Anwachs auf eine doppelte Art.

Nicht allein im ganzen Umfange und überall wächst Holz zu, sondern es wird auch ein neuer Kreis von Gefäßbündeln um das Mark gebildet. Dieser Kreis ist die letzte, neueste Bildung. Denn wäre er es nicht, so müßten diese Gefäßbündel von dem umher anwachsenden Holze nach dem Innern zu getrieben seyn, wel-

welches ohne eine Zusammenpressung des Markes nicht Statt haben könnte. Aber die Markzellen sind keinesweges kleiner und mehr zusammengedrückt in dem ältern Stamme; sie sind vielmehr grösser. Da nun diese neuesten Bündel eigentliche Spiralgefäße enthalten, das übrige Holz hingegen Treppengänge und getüpfelte Gefäße, so beweist dieses den Uebergang der erstern in die letztern, und bestätigt die von uns oben vorgetragene Lehre.

Das Mark nimmt also ab, indem der äussere Theil davon vermindert und seitwärts in Strahlen zusammengepresst wird; aber es nimmt keinesweges so ab, daß es in der Mitte in einen kleinern Raum zusammengepresst würde.

Eben so, wie in den Kräutern, verhält sich auch der jährige Anwuchs des Holzes in den Bäumen und Sträuchern, nur macht die etwas schönere Bildung der Rinde einige Unterschiede. Fig. 63. ist ein Stück von dem Querschnitte aus *Acer Negundo*, wo die Bastbündel a. zierlich gereiht zwischen dem Parenchym stehen, und an der innern Seite die Gefäßbündel b. im Kreise haben. Ein Längsschnitt durch die Mitte Fig. 64. überzeugt uns, daß die mit einerley Buchstaben bezeichneten Stellen wirklich das sind, wofür wir sie angegeben haben. Von dem ältern Stamme habe ich nur das äussere Stück eines Querschnittes Fig. 65. vorgestellt, da sich der Kreis von Gefäßbündeln um das Mark im Geringsten nicht ver-

verändert hat. Es hat sich hier Alles, wie in den Kräutern, gebildet; Bast ist in das Parenchym eingedrungen, hat dieses zusammengedrückt, und eben so hat sich lockerer Bast zwischen den andern geschoben, wozu die Anlagen schon in dem jungen Stamme a. zu sehen sind.

Doch wir wollen die Sache durch einige Schnitte des ältern Stammes, welche mit der Oberfläche parallel sind, noch überzeugender machen. Die äussere Rinde besteht aus einem lockern Zellgewebe Fig. 66; die innere hingegen aus Bast, auf welchem sich die Reste des eingeschlossenen Parenchyms finden, Fig. 67; das äussere Holz hat eine völlig ähnliche Structur, nur ist das Parenchym noch mehr eingeschlossen und zusammengedrängt, Fig. 68. In einem Längsschnitte durch die Mitte des ältern Stammes Fig. 69. zeigen sich die Querstreifen von dem mauerförmigen, zusammengedrückten Parenchym, dann folgen hier und da einzelne Treppengänge, und um das Mark wieder die eigentlichen Spiralgefässe. Denselben Bau habe ich in vielen Bäumen gefunden, auch in den Tannenarten, nur fehlen hier die grossen Oeffnungen der Spiralgefässe, da diese äusserst klein sind.

So habe ich auch das Mark in vielen Bäumen mit dem jungen Marke desselben Jahrschusses verglichen, und nie die Zellen des ältern Markes kleiner gefunden. Es beweist dieses auch, dass nie das Mark eigentlich

lich

lich in einen engern Raum nach innen zusammengepresst wird, daß also die innersten Gefäßbündel nicht einwärts geschoben, sondern zuletzt angewachsen sind, und daß sich also immer ganz im Innern um das Mark ein neuer Kreis von solchen Holzbündeln erzeugt. Eine Theorie, welche durch den Augenschein dictirt wird, und mit allen übrigen Kenntnissen von dem Baue der Pflanzen genau zusammenhängt.

Alles was bisher gesagt wurde, galt nur von dem Anwuchs und der Verholzung in einem Jahre. Wie entstehen nun aber die Jahrringe? Ich habe zwey Jahrringe in einem Querschnitte aus *Acer Negundo* Fig. 70. vorgestellt, um zu zeigen, daß der Uebergang aus einem in den andern ohne alle Unterbrechung geschieht. Also wächst überall das Holz gleichförmig und ununterbrochen an, und es giebt durchaus keinen Unterschied, als in der Dichtigkeit und Lockerheit der Schichten. Hier ist es nun eine sehr bekannte und leicht anzustellende Erfahrung, daß die inneren Schichten fester sind, als die äußeren. Nicht aber, weil sie von den äußeren zusammengedrückt werden, denn eine solche Zusammenpressung würde das Mark auch treffen, und dieses zeigt in dem ältern Stamme keine kleinere Zellen, als in dem größern, sondern bloß vermöge einer Verdichtung, welche nach und nach entsteht, und deren Fortschritte in einigen schnell wachsenden Bäumen, z. B. den Walnussbäumen, gut verfolgt werden können.

Auch

Auch in dem Baume von vielen Jahrri-
gen findet man den Kreis von Gefäßbün-
deln um das Mark, wie im jährigen Holze,
und auch muß er aus denselben Gründen,
als oben angegeben wurden, neuerlich ent-
standen seyn.

Der ganze Holzkörper wächst also über-
all und in allen Dimensionen an, doch aller-
dings mehr nach aussen, wo die Lockerheit
des Ganzen ein häufigeres Zwischenschieben
von neuen Theilen erlaubt. Dieses ist,
wie schon oft erwähnt, die einzige Art
organischer Körper zu wachsen. Es legt
sich also keine neue Schicht auswärts
um die ältern, sondern überall werden Thei-
le eingeschoben, nur in einer so grossen
Menge nach aussen, daß dort die Vermeh-
rung sehr merklich wird. Eben so wachsen
die Wurzeln, wie wir oben gesehen haben,
in die Länge; zwar überall, aber in bey wei-
ten größerem Masse gegen die Spitze. Auch
das Holz wächst auf diese Weise in die Län-
ge. Eingeschlossene Silberfäden entfernten sich
alle von einander, doch die oberen mehr als
die unteren, zu Folge der Versuche von du Ha-
mel (Ph. d. arbr. T. 2. p. 280.). Beym Wach-
sen in die Dicke entsteht sogar um das Mark
immerfort ein neuer Kranz von Gefäßbün-
deln; nur endlich, wenn das Mark verdrängt
ist, und die inneren Schichten eine grosse
Festigkeit erlangt haben, mag wohl die Ent-
wicklung neuer Theile zwischen den älteren
in dem Innern des Holzes aufhören. Nach
dieser Darstellung ist der Anwuchs des Hol-
zes

zes in den Monocotyledonen und Dicotyledonen nicht so auffallend und auf eine in der Natur ungewöhnliche Art verschieden, als nach der ältern, wo ganz neue Schichten von aussen um die inneren nicht mehr wachsenden, gelegt seyn sollen.

Von diesem Anwuchse des Holzes sind zwey Erscheinungen ganz unabhängig: 1) die Trennung des Holzes in jährige Schichten; 2) die Trennung von Holz und Rinde.

Wir haben gesehen, daß eine Schicht in die andere ununterbrochen übergeht, also bey dem Anwachsen kein Unterschied der Schichten Statt findet. Das ältere Holz muß sich zwar von dem jüngern unterscheiden, indem dort seit längerer Zeit Theile eingeschoben worden, als hier. Aber dieses ist nicht genug, die älteren Schichten behalten nicht ihre Dicke, sie werden immerfort dünner und endlich so sehr, daß man sie bekanntlich kaum mehr unterscheiden und zählen kann. Es geschieht also eine wahrhafte Zusammenziehung, und diese ist es vorzüglich, welche die jährigen Schichten oder Jahrringe unterscheidet. Auf welche Weise jene Zusammenziehung geschehe, ist eine andere Frage.

Eben so ist Trennung von Holz und Rinde ein Umstand, welcher nicht von dem Anwuchse des Holzes abhängig ist. Rinde und Holz gehen ununterbrochen in einander über, wie Fig. 65. deutlich lehrt. Auch hier muß eine Zusammenziehung irgendwo Statt finden, wodurch die Verbindung zwischen beyden Theilen lockerer wird. §. 4.

§. 4.

Bisher habe ich bloß die Erscheinungen dargestellt, wie sie mir vorgekommen sind. Jetzt wollen wir auf die Beobachtungen Anderer Rücksicht nehmen. Da die äußere Rinde an den Bäumen deutliche Spuren des Alters trägt; da hingegen das äußere Holz in einem jugendlichen Zustande zu seyn scheint: so war die Vermuthung sehr natürlich, daß zwischen Holz und Rinde sich neue Schichten bilden, nur darin war man nicht einig, ob das Holz aus der Rinde erzeugt werde, oder nicht. Hiezu kam noch eine oft wiederholte Bemerkung. Man hatte nämlich mitten im Holze fremde Körper oder auch Figuren gefunden, die äußerlich in die Rinde eingeschnitten waren *), wodurch denn die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand sehr gerichtet wurde. Malpighi meint, das Holz entstehe aus der Rinde, doch drückt er sich zweifelhaft darüber aus (Anat. pl. idea p. 4), und die meisten Schriftsteller folgen ihm. Genaue und vortreffliche Versuche erzählt du Hamel in einer besonders darüber geschriebenen Abhandlung**). Er zog Silberfäden durch die

*) Man findet die Abhandlungen hierüber verzeichnet in Catalogus Bibliothecae historico-naturalis Josephi Banks aut. I. Dryander, Lond. 1797. T. 3. p. 379, 380.

**.) Recherches sur la formation des couches ligneuses dans les arbres, Memoir. de l'Acad. d.

die äussere, mittlere und innere Rinde, brachte nun das abgelöste Stück wieder in die gehörige Lage, und fand nach einigen Jahren den innersten Faden tief im Holze eingeschlossen, die beyden äusseren aber in der Rinde. Er brachte ein Stück von der Rinde eines Pflaumenbaums auf das entblößte Holz eines Pfirsichbaums und liess es anwachsen. Nach einigen Jahren fand er braunes Pflaumenholz in dem weissen Pfirsichholze verbreitet. Er rechnet dabey viel auf den zwischen Holz und Rinde ausgeschwitzten Saft, cambium von ihm genannt. Diese Theorie ist so lange allgemein angenommen worden, als man den Unterschied von Holz und Rinde nicht genau kannte. Nun aber erklärten sich viele ausdrücklich dagegen. Sprengel behauptet, Rinde könne nie, wegen Mangel der Spiralgefässe Holz werden (Anleit. Th. 1. S. 182. 185. 199). Auch Medicus lehrt ausdrücklich, dass sich Rinde nie in Holz verwandle (Beytr. 3 H. S. 208). Dagegen hat diese Meinungen einen sehr scharfsinnigen Vertheidiger an Treviranus gefunden (V. inwend. Bau d. Pfl. S. 187). Nach Mirbel bildet der aus dem Holze, zwischen Rinde und Holz ausgeschwitzte Saft diese Lagen (Hist. nat. p. 163 folg.). Eine ähnliche Meinung behauptet Cotta (S. 73); doch setzt er hinzu, auch um das Mark bilde sich Holz, ja er sah es um frey gelegtes Mark anwachsen. Sle-

d. Scienc. de Par. 1751. p. 23. S. auch Phys. d. arbr. T. 2. p. 71.

Slevogt zeigt durch eine merkwürdige Erfahrung, daß Splint nicht aus der innern Rinde entstehe*). Zu Folge der oben gegebenen Vorstellung wird man die wahre Beschaffenheit der Sache leicht einsehen. Holz und innere Rinde sind ursprünglich nicht getrennt, und gehen in einander über; überall vorzüglich gegen den Umfang des Stammes, entspringen neue Theile zwischen den alten, also auch Bast und Gefäße auf den Gränzen des Holzes und der Rinde. Es ist nun deutlich, wie tief eingeschnittene Figuren und eingeschobene Körper in das Holz dringen können, weniger tief eindringende nach aussen getrieben werden, da der Bast in Splint und Rinde häufiger nachwächst, als das äussere Parenchym; aber es erhellet auch, daß die Frage: ob Holz aus Rinde entstehe, wenig bedeute, da der Unterschied zwischen Holz und Rinde eine spätere Trennung ist.

Fast alle Schriftsteller stimmen übrigens darin überein, daß jährlich, oder zu bestimmten Zeiten, äusserlich um das Holz Schichten entstehen, auf die inneren drücken und so das feste Holz bilden. Wie es sich damit verhalte, ist schon im vorigen §. gezeigt worden, auch wie die Strahlen in den Querschnitten des Holzes entstehen. Die Meinungen der Schriftsteller über diese Strahlen sind ungemein verschieden. Malpighi beschreibt sie als Reihen

*) Voigt's Magaz. f. d. neuesten Zustand d. Naturkunde. 9 B. S. 171.

hen von querliegenden Schläuchen, welche vom Holz zur Marke gehen, mit ihm in Verbindung stehen, und zur Bereitung der Säfte dienen (Opp. T. 1. p. 12. 13). Grew schildert sie als Parenchym, welches zwischen das Holz dringe (Anat. pl. c. 3.). Du Hamel hat, so viel ich weiß, von ihrem Ursprunge nicht gehandelt. Daubenton sieht sie als Verlängerungen des Markes an, welches beym Druck der umliegenden Schichten durch das Holz getrieben werde *). Viele halten sie für Seitenkanäle, und Cotta glaubt, daß durch diese die Seitenbewegung des Saftes geschehe (S. 73 folg.) Medicus läugnet alle Gefäße in den Pflanzen; sie bestehen aus lauter Fasern, und diese Strahlen nennt er Spiegelfasern (Beytr. 3. H. S. 150); die Säfte steigen auch nur zwischen den Fasern und nicht in Gefäßen in die Höhe. Der scharfsinnige, sonst Erfahrungsreiche Mann redet hier von etwas, was er nicht untersucht hat. Wenn man nie Mikroskope gebraucht, kann man auch über ihren Gebrauch nicht urtheilen. Treviranus hält diese Strahlen mit Grew für Insertionen des Parenchyms in die Rinde (S. 152), da doch vielmehr umgekehrt Bast in das Parenchym dringt.

Man findet in Medicus Beyträgen den Satz, daß die äußeren Lagen nicht auf die inneren

*) S. Décade philosophique, littéraire et politique Ann. 1. T. 2. p. 329 folg. Usteri N. Anal. d. Botan. St. 7. p. 91.

neren drücken, welchen ich im vorigen §. behauptet habe, durch manche Beobachtungen erwiesen. Sprechend dafür sind die weichen Holzringe mitten im harten Holze (S. 231).

Noch muß ich eines kleinen Romans vom Mirbel gedenken, in welchem er die Gefäße durch die Wirkungen der Flüssigkeiten auf das gallertartige Cambium und von dem Rückflusse der Flüssigkeiten in diesem Cambium nach den Seiten, die Strahlen von Parenchym entstehen läßt (Hist. nat. d. pl. T. 1. p. 134. vergl. mit p. 165).

§. 5.

Die Rinde besteht zu äußerst aus Parenchym und zwar gewöhnlich mit grünem, harzigem Färbestoff gefüllt. Beym Alter wird dieser Stoff, wahrscheinlich durch Einwirkung der Luft, bräunlich. Auch schrumpft das Zellgewebe an der äußern Fläche mehr und mehr ein, wird rissig und fällt in einigen wenigen Bäumen und Sträuchern (*Platanus*, *Rubus odoratus*, *Potentilla fruticosa*) jährlich ab. Wenn die Zellen sehr leer und mit wenig grüner oder brauner Materie gefüllt sind, so bilden sie die Korkrinde, die sich auch in ihrem chemischen Verhalten als reine Pflanzenmembran ankündigt. Die Stellung und Grösse der Zellen auf der Oberhaut weicht oft von den inneren Zellen ab, wie schon oben erinnert ist.

Die

Die innere Rinde, gewöhnlich Bast genannt, besteht allerdings größtentheils aus Bast, oft aus einem Netzwerk von Bast und Parenchym. Sie trennt sich vom Holze, wie wir oben gesehen haben, nach keiner natürlichen Anlage, sondern im vollen Zusammenhange und Uebergange der Theile. Wie diese Trennung geschehe, ist von den Phytologen nicht genau angegeben. Mirbel erklärt dieses auf eine sinnreiche Art. Die Fasern, welche im Splinte ein Netz bilden, sagt er, und das Parenchym in die Maschen einschliessen, haben ein Bestreben sich einander zu nähern und jene Maschen zu verringern, auch stehen sie im innern Holze wirklich schon gerade. Dadurch schliessen sie nun das Parenchym aus, und trennen Holz von Rinde. So richtig das erstere ist, so wenig kann die letztere Erklärung zutreffen, da die Trennung in dem Netzwerke von Bast und Parenchym selbst geschieht, und die innerste Fläche der Rinde der äussern des Holzes völlig gleicht. Rinde und Holz lassen sich nur in Bäumen und Sträuchern trennen, nicht in krautartigen Pflanzen; sie lassen sich aber im Winter, wo wenig Saft aufsteigt, und im Sommer, wo die Blätter ganz entwickelt sind und der Saft den oberen Theilen zueilt, nie lösen. Die Trennung entsteht also dann, wenn die Gefässe viel Saft seitwärts austreten lassen, und dadurch die anliegenden Theile weicher, zarter und trennbarer machen. Folglich verursachen die Gefässe jene Trennung, und es kommt darauf an, wie weit dieselben
in

in dem Baste nachgewachsen sind, um den Ort der Trennung zu bestimmen.

Schon oben habe ich erinnert, daß die Rinde nicht allein zum Rückfluß des Saftes diene, doch aber in vielen Fällen diese Function leiste. Man findet die Gründe dafür bey Sprengel (Anl. Th. 1. S. 183), dawider bey Bernhardi (über Pflanzeng. S. 64) und Treviranus (vom inw. Bau S. 75) gut aus einander gesetzt. Du Hamel glaubt, der Saft fliesse zwischen Holz und Rinde zurück (Ph. des arbr. T. 2. p. 301). Ein Wulst, ein stärkeres Ausfließen über der eingeschnittenen oder unterbundenen Stelle beweisen nicht; der äußere Reitz kann dergleichen hervorbringen, und er wird nur dann seine Wirkung äußern, nachdem er angebracht ist, oder über der Stelle, wo dieses geschah. Aber die stärkere Vegetation in den oberen Theilen nach Einschnitten in die Rinde, und nach dem Abschälen derselben, macht mir, wie ich schon erinnert habe, einen solchen Rückfluß in vielen Fällen wahrscheinlich, auch daß auf jene stärkere Vegetation Absterben erfolgte, wie Medicus erzählt (Beytr. 4. H. S. 258); vermuthlich von Ueberfüllung mit Saft. Doch ein solcher Rückfluß ist gewiß nicht beständig, und also nicht die eigenthümliche Function der Rinde.

Der Umriss der Rinde ist zuweilen von dem Umriss des Holzes verschieden, z. B. an *Quercus Robur*, wo jener rund, dieser eckig ist.

ist. Oft rühren die Ecken des Stammes von den inneren Ecken des Holzes her; oft von Gefäßbündeln, welche Aeste bilden werden; oft auch von einzelnen Bastbündeln, deren ich schon erwähnt habe. Die saftigen Pflanzen zeigen einen sehr mannichfaltigen Bau. In den *Cereus*-Arten ist das Holz rund, die dicke Rinde eckig, in den *Opuntia*-Arten das Holz zusammengedrückt wie der ganze Stamm, aber in *Cactus Phyllanthus*, der daher ein *Cereus* ist, bleibt das Holz rund bey der ausgedehnten zusammengedrückten Form der Rinde. Meistens rührt das Saftige von der Rinde her; in *Cacalia ficoides* und *articulata* von dem Marke. Ueberhaupt ist es sehr verschieden, ob das Parenchym der Rinde oder des Markes eine Neigung habe sich zu vermehren, wie in den saftigen Pflanzen und den Monocotyledonen, oder ob der Bast sie vorzüglich äussere, wie in den holzigen Pflanzen, besonders in unsern dicotyledonen Bäumen.

Die Jahrringe entstehen von einer Zusammenziehung des Holzes, wie oben erwähnt ist, aber die Ursache dieser Zusammenziehung ist noch zu erklären. *Nrbel's* oben angeführte Bemerkung wird nun hier sehr anwendbar. Der Bast wächst nämlich nicht gerade in die Höhe, sondern windet sich in manchen Biegungen und Krümmungen; vorzüglich zeigt er sich so in dem äussern Holze und der innern Rinde. So wie er fortwächst, richten sich die Bastbündel in die Höhe,

L he,

he, schliessen näher an einander, verengern die Maschen, die Zwischenräume vermindern sich überall, und es entsteht eine Zusammenziehung nach allen Richtungen. Man sieht deutlich, dass der Bast enger, gedrängter in dem innern Holze liegt, als in dem äussern; und man wird bald auf diese Ursache der Zusammenziehung geführt. Wahrscheinlich ist es, dass diese Aufrichtung von dem Triebe aufwärts zu wachsen herrühre, und dass, wo dieser Trieb sehr begünstigt wird, die Zusammenziehung der jährigen Schichten oder das Reifen des Holzes schneller und vollständiger geschehe. Trockne, warme Jahre leisten dieses; nasse, kühle Jahre verhindern es und erzeugen die weichen Schichten im harten Holze.

In den schneller wachsenden Bäumen sind die äusseren Holzlagen viel grösser und weicher als die inneren, und werden Splint (alburnum) genannt. Wenn man ihn Mirbel (Ann. d. Museum T. 7. p. 274), so ist dieses sonderbar, da manche Pflanzen keinen Splint haben. Auch ist es ganz unerwiesen, dass das innere Holz ein durchaus todter Körper sey. Uebrigens fand ich im Splinte keine eigentliche Spiralgefässe, wie Treviranus (S. 146), und allerdings müssen hier beym netzförmigen Anwachsen des Bastes, die Gefässe leicht verschoben werden. Sprengel behauptet indessen, dergleichen gefunden zu haben, und es ist leicht mög-

möglich, daß wir den rechten Zeitpunkt verfehlten.

Ob jährlich ein Jahrring gebildet werde, ist noch nicht ganz ausgemacht, und mag wohl in verschiedenen Bäumen verschieden seyn. Von sehr vielen Bäumen habe ich an Aesten, deren Alter man leicht sehen kann, dieses geprüft, und überall eine völlige Uebereinstimmung in der Zahl der Ringe und dem Alter des Astes bemerkt. Zuweilen ist der Ring des letzten Jahres noch nicht deutlich abgesondert, aber er wird es in der Folge immer mehr.

Der Unterschied in der Dicke der Ringe rührt nicht von der Himmelsgegend her, sondern von der Beschaffenheit der Wurzeln an derselben Seite, wie du Hamel beobachtet hat. (Ph. d. arbr. T. 1. p. 51). Auch von Anderen ist dieses bestätigt worden. Dieses beweist, daß die Gefäße nicht ästig sind, sondern in einer Richtung durch Stamm und Wurzel laufen.

Das Mark zeigt keine große Verschiedenheiten. In einigen, nicht lange daurenden, Pflanzen bleibt es beständig grün, in anderen, und manchen ebenfalls nicht lange lebenden, wird es bald trocken, zerrissen, und bildet die Markhöhle. In länger daurenden Pflanzen wird es in der Regel trocken und bildet eine Markröhre, wenn es nicht von dem anwachsenden Holze verringert wird.

Saftbehälter finden sich häufig im Marke. Von Scheidewänden ist schon geredet worden, und wird noch in der Folge die Rede seyn. Die Function des Markes ist ohne Zweifel eine Aufbewahrung des Saftes, daher bleibt es in der Nähe der jungen Triebe länger grün.

§. 6.

Der Stamm bringt Aeste aus besonderen Knospen und Blätter hervor, von denen Ursprung wir in der Folge reden werden. Sehr oft treibt er Wurzeln, die aus dem Holze, nicht aus dem Marke, entspringen, und zwar entweder schon in freyer Luft, oder erst, wenn er in Wasser oder Erde eingesetzt wird. Einschnitte befördern die Entstehung von Wurzeln, auch erzeugen sie sich am leichtesten unter den Knoten. Es wird oft ein äußerer Reitz erfordert, um sie zu veranlassen. Abgeschnittene Stämme und Aeste in die Erde gepflanzt schlagen Wurzeln, wenn nicht Nebenumstände, besonders Fäulniss, sie daran hindern.

Die parasitischen Pflanzen treiben entweder Wurzeln, wodurch sie aus anderen Gewächsen den Saft ziehen, wie *Viscum*, *Orobanche*, *Hedera* u. a. m., oder sie thun dieses nur durch besondere kleine, rundliche, papillenartige Werkzeuge, wie die *Cuscuta*. Es wenden sich nämlich die Zellen, welche nach der Länge des Stammes liegen, seitwärts

wärts und ziehen sich nach der Länge der Papille, krümmen sich sogar im Umfange dieses abgerundeten Werkzeuges. Ein kleiner Gefäß - oder Holzbündel durchläuft die Papille, doch nicht in der Mitte, sondern an der Seite und endigt sich vor der Spitze.

Ein abgeschnittener Ast auf dem abgeschnittenen Stamme derselben oder einer andern verwandten Art befestigt, wächst auch dort an, und treibt neue Zweige und Blätter. Die mannichfaltigen Arten des Pfropfens beruhen hierauf. Da die Gefäße den Saft allenthalben einsaugen, so sieht man leicht, wie Pfropfen möglich ist, nur muß der Stamm genug und nicht viel mehr Saft liefern, als das Pfropfreis bedarf. Es ist also am besten, wenn man gleiche Holzlagen in Verbindung bringt. Ich habe Pfropfreiser zwischen Mark und Holz eingeschoben, und sie mit den Rücken gegen das Mark, mit der abgeschnittenen Fläche gegen das harte Holz gesetzt. Sie erhielten sich lange, wuchsen aber nicht an. Eben so blieben auch Reiser, auf die innere Rinde gesetzt, lange grün, aber wuchsen doch nicht. Es müssen also die Gefäße des Pfropfreises in die Nähe anderer activen Gefäße kommen, um das Reis wachsen zu machen, daher bringt man die äusseren Holzlagen auf einander. Uebrigens wird durch Pfropfen das Reis nicht geändert und es setzt das Individuum fort, von welchem es genommen ist. Die Arten zu pfropfen lernt man bey den practischen Schriftstellern.

Man

Man hat eine Uebereinstimmung nicht allein in der Dicke der Jahrringe, sondern auch in der Menge und Ausbildung der Aeste, mit der Grösse und Ausbildung der Wurzel an derselben Seite beobachtet (Mirbel Hist. nat. I. S. 281). Sie beweist auch, daß keine Anastomose unter den Gefäßen im Stamme Statt finde, sondern daß sie einander parallel den Saft aufsteigen lassen.

Ueber die Wunden der Bäume hat du Hamel (Ph. d. arbr. T. 2. p. 42 folg.) viele Versuche angestellt. Holz, meint er, trage nichts zu der Füllung der Wunde bey, sondern ein besonderer zwischen Holz und Rinde ausschwitzender Saft. In unseren Bäumen ist der Bast allerdings derjenige Theil, welcher sich am leichtesten ersetzt, weil er am leichtesten nachwächst. Er füllt bey allen Wunden die Höhlung zuerst und erscheint im Anfange zart und gallertartig. Nach und nach entwickeln sich in ihm die Gefäße, und verbreiten sich in der Wunde, wie ich an Pfropfreisern deutlich gesehen habe. Auch das Parenchym wächst, doch langsamer nach. Die Berührung von Luft tödtet alle sonst verhüllten, an die Luft nicht gewöhnten Theile.

Die ganze Dauer des Stammes hängt von seiner Verästelung und seinem Blüthentriebe ab.

Drittes Kapitel.

Von der Veräftelung und den Knospen.

§. 1.

Man kann die ganze Pflanze in den Stock (caudex), die Grundlage der übrigen Theile, und in die Sprößslinge eintheilen, welche sich erst später aus demselben entwickeln. Das junge Thier bringt alle Theile schon gebildet mit; die Pflanze erhält aber eine Menge von Theilen erst in dem Verlaufe des Lebens.

Auf dem Stamme wachsen neue Stämme, Aeste (rami) genannt, auf diesen andere Aeste, und so fährt dieses oft ziemlich weit fort. Wo ein Ast entsteht, bildet sich gewöhnlich eine Erhöhung, welche man Knoten (nodus) nennt. Die Holzbündel gehen aus einander, biegen sich seitwärts und dringen in den Ast hervor; das vermehrte Mark füllt die Zwischenräume zwischen diesen Bündeln, und setzt sich in den Ast fort, um auch das Mark die-

dieses Astes zu bilden; daher sieht man in einem Querdurchschnitte des Stammes das sonst runde Mark seitwärts verlängert oder oval, es trennt sich darauf ein Theil von demselben und formirt das neue Mark. Zuweilen geht das Mark ohne Verschiedenheit in der innern Bildung aus dem Stamme in Aeste, oder aus Aesten in andere über (z. B. an unseren Bäumen); sehr oft ändern die Zellen ihre Richtung, und da sie sonst nach der Länge des Stammes gerichtet waren, so kehren sie sich nun nach der Seite, wie in den Gräsern und vielen anderen Pflanzen. Dann bleibt diese Schicht von Quersellen gewöhnlich stehen, und bildet Scheidewände, die noch lange grün und saftig sind, nachdem das übrige Mark schon vertrocknet ist. Betrachtet man den Ursprung der Aeste, so scheint es allerdings, als ob das Mark das Holz durchdringe, die Bündel aus einander schiebe und sie in den Ast mit fortreisse. Auch hielt Linné das Mark für einen wichtigen Theil und verglich ihn mit dem Gehirne und den Nerven *). Es war kein Einwurf, daß das Mark in den älteren Stämmen vertrockne, denn im Anfange der jungen Aeste ist es immer grün, noch weniger gaben die Scheidewände im Marke, wovon Medicus (Beytr. 4. H. S. 452. 472. folg.) eben so absprechend als unrichtig handelt, einen solchen Einwurf, denn sie bestehen selbst aus Mark. Aber in den Monocotyledonen fällt Linne's Darstellung weg. Wir

*) *Introductio in Systema plantarum. Ed. XIII. cur. Gmelini p. VII.*

Wir sehen ferner marklose Wurzeln aus dem Stamme entspringen und eben so Stämme aus marklosen Wurzeln. Folglich kann man eben so gut den Gefäßen die Tendenz zur Seitenbiegung zuschreiben. Doch liegt sie wohl, wie die Bewegung überhaupt, in allen Theilen zugleich. Wenn auch der Gefäßring um das Mark sich seitwärts lenkt, wie die anderen Holzbündel, so sehe ich doch keinen Grund, warum man von ihm die Ast- und Knospenbildung vorzüglich herleiten wollte, wie Köler will *).

Die Rinde der Aeste stimmt oft mit der Rinde der Stämme nicht überein, sondern die Zellen sind an dem Ursprunge der Aeste anders gebildet, als darüber und darunter.

Die Verästelung geht bis zur Blüthe. Die letzten Blüthe, und keine eigentlichen Blätter, tragenden Aeste heißen **Blüthenstiele** (*pedunculi*), gleichen aber im innern Baue den Aesten völlig.

§. 2.

Unter den Aesten und ehe sie sich entwickeln, biegen sich Holzbündel zur Seite, dringen hervor und formiren ein Blatt. Das Kennzeichen des Blattes ist die Lage unter dem Ursprunge eines Astes, die Gestalt mag seyn, welche sie wolle. Gewöhnlich stellt
aber

*) Lettre à Monsieur Ventenat sur les boutons et ramifications des plantes p. G. L. Koeler L'an XIII. (1805). 4.

aber das Blatt einen dünnen, flachen Theil dar. Zuweilen scheint das Blatt etwas verschoben; der Ast liegt in einiger Entfernung darüber, oder an der Seite, doch so, daß jedem Aste ein Blatt entspricht (*Ruta*, *Solanum*, *Borragineae*). Auch die Blüthenstiele entspringen gewöhnlich aus dem Winkel eines eigentlichen oder verkümmerten Blattes (*bractea*); doch findet man hier häufiger Ausnahmen. Von den Aesten, welche nicht aus den Blattwinkeln, oder ohne ein Blatt zum Vorläufer zu haben, entspringen, wird unten geredet werden. Hier ist nur noch zu erinnern, daß bey weiten nicht alle Blätter Aeste unterstützen, andere wiederum mehr als einen Ast im Blattwinkel haben. In den *Rubiaceis* z. B. sind die Aeste nie mit den Blättern zugleich wirtelförmig, in den *Caryophylleis* nie mit ihnen gegen einander über stehend; dagegen unterstützt das Blatt in *Robinia Pseud-Acacia* zwey Aeste, in *Malva* einen Ast und einen Blüthenstiel u. s. w. Die Aeste der Gräser haben noch über dieß an der Basis eine blattartige Scheide (*pericladium*); die ähnliche Scheide an der Basis der Blüthenstiele in einigen *Calamariis* nennt *Willdenow ochrea*.

Die Stellung der Blätter an einem Aste ist merkwürdig und characteristisch. Zieht man eine Linie von einem Blatte zu dem nächst darüber stehenden und so weiter, so stellt sie eine Schraubenlinie vor. Nach *Bonnet* dient diese Stellung, um die untere, einsaugende Fläche dem Boden, woraus die meisten Dünste

ste

ste aufsteigen, entgegen zu stellen. Wenn auch manche Pflanzen Blätter in eben der Stellung tragen, ohne einfaugende Spaltöffnungen, so kann dieses doch keinen Gegen Grund darbiethen; denn wir finden oft, daß eine gewisse Einrichtung in verwandten Naturkörpern Statt findet, wo die sonst offenbare Function wegfällt. So haben einige Schlangenarten und Eidechsen Spuren von Füßen, ungeachtet sie sich derselben als solcher, nie bedienen.

§. 3.

Der Ast bricht mit der Spitze in einem zusammengezogenen Zustande hervor. Er heist dann *Gemme*, auch wohl *Auge* (propagulum). Gewöhnlich befinden sich schon unentwickelte Blätter oder blattförmige Theile, auch wohl Blüthen darin, und wenn das Auge in dem Jahre vor der Entwicklung erscheint, die Blätter und andere Theile darin genau zusammengeschlagen liegen: so nennt man es *eigentliche Gemme* oder *Knospe* (gemma). Die verschiedenen Arten in Rücksicht auf die Theile, welche sie enthalten, und auf die Zusammenfaltung derselben, hat Linné *) aus einander gesetzt. Zuweilen liegen sie in der Basis des Blattstiels verborgen, wovon Medicus viele Beyspiele anführt (Beytr. 1 H. S. 23). Sehr oft haben die eigentlichen Gem-

*) C. Linnaei Diss. Gemmae arborum resp. P. Loeffling Upsl. 1749. Amoen. acad. Vol. 2.

Gemmen besondere Blättchen *Deckblätter* (tegmenta) zur Bedeckung, die nach der Entwicklung des Astes früher oder später abfallen. Sie gleichen im Baue den wahren Blättern, haben auch Spaltöffnungen, und sondern nicht selten ein Harz auf der Oberfläche der Gemmen ab.

Man kann das getrennte Auge, gleich dem abgeschnittenen Aste, in die Erde und auch auf das äussere Holz anderer verwandter Arten pflanzen, wie das Oculiren beweiset. Es giebt Pflanzen, die sich durch Gemmen fortpflanzen, indem diese nämlich bey dem Verwelken des ganzen Stammes in die Erde kommen und dort Wurzeln treiben (*Cyrilla pulchella*). Wir sehen aus solchen Erscheinungen, daß die Gemme sowohl, als der Ast, eine besondere Pflanze ist, auf dem Mutterstamme gewachsen, und mit einem besondern, trennbaren Leben begabt.

§. 4.

Zu einem Aste, oder zu einer Verästelung gehört Alles, was aus einer und derselben Gemme erwachsen ist. Es sind eigentlich nur blattartige Theile, das heisst, Blätter mit den Nebenblättern und den allgemeinen Bedeckungen, welche aus den Aesten entspringen; andere Aeste und astartige Theile setzen eine andere Gemme voraus. Aber die Blüthen-theile und ihr Verhältniß zu den Gemmen, verdienen eine besondere Untersuchung.

Lin-

Linneé sah schon die Aehnlichkeit der Blüthentheile mit den Blättern deutlich ein, und erdachte eine Entwicklungsart derselben, welche sehr scharfsinnig, und von seinen Nachfolgern oft verkannt ist *). Die Blüthe ist nach ihm die beschleunigte Entwicklung eines Astes mit den Gemmen auf sechs Jahre. Man kann nämlich die Theile des Kelches so ansehen, als befänden sie sich gleichsam in den Blattwinkeln der Bracteen, die Blume in den Blattwinkeln des Kelches, die Staubfäden in den Blattwinkeln der Blume u. s. w. Da nun jedes Blatt in seinem Winkel eine Gemme trägt, die Blätter dieser Gemme ähnliche Gemmen in den Winkeln haben; so folgt, daß die Bracteen Blätter aus den Gemmen des zweiten, die Kelchblätter aus den Gemmen des dritten Jahres u. s. w. sind, also bis zum Staubweg, dem Ende des Astes, sechs Jahre. Er beweist dieses durch den Uebergang des Kelches und der Blume in wahre Blätter. Damit verbindet er eine andere Hypothese, nach welcher der Kelch aus der Rinde, die Blume aus dem Splinte, die Staubfäden aus dem Holze, Frucht- und Staubweg aus dem Marke gebildet werden **). Diese letztere Hypothese ist unrichtig, denn die Frucht und der Staubweg enthalten viele Spiralgefäße, die sich im Marke nicht finden.

*) Linnaei Diss. Prolepsis plantarum. Amoenitt. acad. Vol. 6 u. Vol. 7.

**) Linnaei Diss. Metamorphosis plantarum. Amoen, acad. Vol. 4.

den. Auch fällt der Begriff von Mark, wie Linné ihn hatte, bey den Monocotyledonen ganz weg. Aber Linné's Darstellung ist, überhaupt genommen, fehlerhaft; er sieht nämlich die Blume an, als sey sie aus den Blattwinkeln des Kelches entsprossen u. s. f. Offenbar gehören alle Blüthentheile zu einer Gemme; die Lage der Kelchtheile gegen die Lage der Blumentheile, und diese gegen die Staubfäden gehalten, zeigt eben eine solche Stellung in einer Schraubenlinie als man an den Blättern eines Astes gewahr wird. Die Blüthe ist nur eine Gemme; alle Theile derselben stellen Theile eines Astes vor. Die Bractee gehört nicht zur Blüthe, sie ist vielmehr das Blatt, aus dessen Blattwinkel die Gemme entspringt, deren Blätter durch eine fortschreitende Zusammenziehung alle Blüthentheile bilden. Man muß die Blüthentheile betrachten, als gehörten sie alle zu einer und derselben Ramification.

Eine solche Anticipation künftiger Gemmen oder Aeste, welche Linné mit Unrecht bey der Blüthe suchte, findet sich gewöhnlich in dem Blüthenstande, oder in der Verblühung (Florescentia). Es ist die Regel, daß der Hauptstamm früher blühet, als die Aeste, denn diese sind spätere Geburten, oft für das künftige Jahr bestimmt. An dem Stamme, oder dem Aste, oder auch in einem Strausse (thyrsus) — so will ich jeden Blüthenhaufen nennen, er mag Aehre, Rispe oder dgl. seyn — blühen die unteren Blumen der Regel

gel nach zuerst, denn sie sind die früher entsprossenen Gemmen. Wo das letztere der Fall ist, können wir sagen, alle Blumen eines Strausses, Astes oder Stammes gehören zu einer und derselben Gemme, zu einer Ramification (flor. simultanea). Für den ganzen Stamm ist dieses selten der Fall; ich erinnere mich nur der *Galega officinalis*, wo die Aeste früher als der Hauptstamm, und die unteren früher blühen als die oberen. Meistens gehören die Blüthen zu verschiedenen Ramificationen, zuweilen jede zu einer verschiedenen, wie man z. B. an *Datura Stramonium* und mehreren anderen deutlich sieht. An einem Aste, oder Strausse, findet man aber häufiger Blüthen einer Ramification. Die meisten Aehren und Trauben tragen nämlich Blüthen einer und derselben Gemme und blühen von unten auf; hingegen bringen die Rispen gewöhnlich Blüthen verschiedener Ramificationen hervor, und oft so, daß jede Blüthe zu einer andern Ramification gehört (flor. extravagans). Man gebe z. B. auf die Rispe von *Stellaria graminea* und anderen Caryophylleis Achtung, und man wird finden, daß eine Centralblüthe nach der andern sich entwickelt, die Seitenblüthen hingegen später ausbrechen. Dadurch unterscheidet sich auch die Dolde (umbella) von der Afterdolge (cyma); in jener gehören alle Blüthen zu einer Ramification, die äusseren und eigentlich unteren blühen zuerst und so fort, in dieser aber gehören sie zu verschiedenen Ramificationen, es blüht immer die Mittelblüthe zwischen zwey Seitenblüthen früher, als

als diese letzteren. Also giebt es deutliche Anticipationen bey dem Blühen der Pflanze, und will man für jede Gemme ein Jahr ansetzen, wie dieses der Fall bey unseren langsam wachsenden Bäumen ist: so kann man sagen, es gelte eine Anticipation oft auf eine ganze Reihe von Jahren.

§. 5.

Diese Anticipationen der Pflanze beschleunigen den Tod derselben, wenigstens der einzelnen Theile, welche die Blüthen hervorgebracht haben. Ueberhaupt hängt die Dauer der Pflanze von der Blüthe und dem Vermögen des Wurzelstocks ab, neue Stämme zu treiben. In der ersten Rücksicht giebt es folgende Verschiedenheiten: die Pflanze schießt entweder in dem ersten Jahre in Blüthe und Samen und stirbt darauf, *jährige Pflanze* (pl. annua); oder sie treibt zwar in dem ersten Jahre einen Stamm, aber die Gemmen entwickeln sich noch nicht, und eben so wenig die Blüthen, welche erst im folgenden Jahre, oft noch viel später erscheinen, *Strauch* (frutex); oder es entwickelt sich im ersten Jahre noch nicht einmal der Stamm völlig, *zweyjährige Pflanze* (pl. biennis). Alle diese Bestimmungen erlauben Uebergänge; die jährige Pflanze kann durch eine sorgfältige Cultur, durch Wärme und andere Begünstigungen des Wachstums zu einem Strauche werden und umgekehrt; die zweyjährige kann sich in eine jährige verwandeln, wenn man ihren

ihren Wuchs beschleunigt, oder die jährige durch späteres Säen, kältere Witterung u. s. w. in eine zweyjährige. Doch sind die Neigungen schneller und langsamer zur Blüthe aufzuschiefsen, nicht allein für jede Art verschieden, sondern auch für Abarten, und werden, wie die Erfahrung der Gärtner lehrt, zum erblichen Schlag.

Die Dauer der Pflanzen kommt ferner auf das Vermögen der Wurzel an, neue Stämme zu treiben. Einige verlieren nämlich jährlich ihren Stamm entweder während der kalten oder während der heißen und trocknen Jahreszeit, und diese nennen wir überhaupt *Stauden* oder *perennirende Pflanzen* (pl. perennes). Auch hier findet derselbe Unterschied Statt, wie oben; einige blühen nämlich schon im ersten Jahre (*Mirabilis Jalapa*), viele erst im zweyten und manche im dritten, vierten, fünften oder noch später, wie die Zwiebelgewächse. Uebergänge zwischen diesen Verschiedenheiten giebt es häufig, aber selten ist der Uebergang aus der Stauden in den Strauch. Uebrigens, so wie das Nebenblatt als Vorläufer des Blattes, das Blatt als Vorläufer des Astes erscheint: so kann man auch hier die ersten nicht blühenden Stämme Vorläufer der folgenden blüthetragenden nennen.

Was bey den Stauden bis auf den Stock unter der Erde geschieht, findet man bey den Sträuchern an den Blüthenstielen. In der

kalten oder in der trocknen Jahrszeit verwelken sie entweder ganz, oder bis auf eine gewisse Strecke unter der Blüthe, wenn sie nicht gleich mit der Blüthe ganz abgeworfen werden.

§. 6.

Ausser den Blattwinkeln entstehen noch Aeste auf der Spitze des Stammes und anderer Aeste, z. B. an vielen unserer einheimischen Bäume, den Tannenarten u. s. w. Hier bildet sich gleichfalls ein Knoten; das Mark wächst in die Quer, und die Gefässe trennen und vereinigen sich in mannichfaltigen Richtungen.

Aus dem Stamme, da, wo sich kleine Blätter befinden, schießen nicht selten Aeste hervor, z. B. unten an dem Stamme unserer Bäume. Man kann sie Lohden nennen. Irgend eine Vermehrung des Saftes und der Nahrung, Anhäufung von Erde, Einschnitte, Unterbindung befördert dieses Hervorspriessen. Sie kommen in Rücksicht ihres Ursprungs mit den Stämmen und Aesten überein, welche die Wurzel treibt, denn das Mark des Stammes geht nicht in sie über. Auch behalten sie die Neigung, wenn sie getrennt und gepflanzt einen besondern Stamm ausmachen, ähnliche Lohden zu treiben.

An der Basis des Stammes, oder dem obern Theile der Wurzel, da, wo das Mark hineindringt, bilden sich oft neue Stämme
(cau-

(cauliculi) *Nebenstämme*. Die Gefäßbündel trennen sich, nehmen eine andere Richtung an und das Mark wächst in ihren Zwischenräumen vor. Oft bekommt dort der Stamm eine knollenartige Ausdehnung, wie an dem *Ranunculus bulbosus* und ähnlichen Gewächsen. Die Wurzel treibt in ihrem Verlaufe ebenfalls zuweilen Stämme, die man nur Stolones (Wurzeltriebe) nennen sollte. Es lenken sich die Gefäßbündel seitwärts, bleiben aber nicht gehäuft, wie wenn sie Wurzeläste bilden, sondern lassen einen Zwischenraum, in welchem nachher Mark nachwächst. Auf eine ganz ähnliche Art entspringen die Lohden aus dem Stamme.

Die echte *Zwiebel* (bulbus) ist eine Gemme mit Blättern auf dem breiten Wurzelstocke. Während der Stamm Blätter oder Blüthen treibt, kommt sie an der Seite desselben hervor, und entwickelt sich das Jahr darauf, nachdem der vorige Stamm verwelkt ist. Wir sehen dieses an den Tulpen, Hyacinthen u. s. w. Die unechte Zwiebel ist hingegen davon verschieden. Sie entsteht aus dem untern, dicker und saftig gewordenen Theile der Blätter, indem der obere vertrocknet, und enthält die Gemmen oder eigentlichen Zwiebeln für den Trieb des künftigen Jahres gleichsam in den Blattwinkeln eingeschlossen. Die *Allia* geben hievon Beyspiele. Zuweilen wächst der Stamm niederwärts, und treibt dort einen neuen Wurzelstock (*Allium descendens*).

Eine *Knolle* (tuber) ist eine Anhäufung von Zellgewebe, zwischen welchem Bündel von Gefäßen in mannichfaltigen Richtungen zerstreut liegen, und zwar befindet sich diese Anhäufung ausserhalb an den Pflanzen in einer besondern Haut eingeschlossen. Da, wo sich die Gefäße sammeln, entspringt eine *Gemme*, und oft enthält eine Knolle mehr *Gemmen*, ja ist als ein Magazin von *Gemmen* zu betrachten. Man findet die Knollen meistens an den Wurzeln (*Solanum tuberosum*), zuweilen auch an der untern Seite des Stammes. Es giebt Knollen, welche sich auf dem breiten Wurzelstocke befinden und einer *Zwiebel* völlig ähnlich sind (*Gladiolus communis*), aber durch die innere Substanz und den Mangel der Blattanfätze sich sogleich von den *Zwiebeln* unterscheiden. *Medicus* hat sie richtig von den *Zwiebeln* getrennt und *lorica* genannt. Auch die so genannten *Zwiebeln* in der Umbelle der Laucharten gehören hieher. Sie bestehen aus ziemlich lockerm Parenchym, nur gegen den Umfang mehr gedrängt und dichter; Bündel von Spiralgefäßen durchstreifen es, stehen auch gegen den Umfang ziemlich im Kreise; die äussere Haut hat keine Spaltöffnungen. Manche andere *Zwiebeln* am Stamme sind mehr zu den Knollen zu rechnen, da ihnen die Blattanfätze fehlen.

Ganz knollenartig treibt der Wurzelstock seine *Gemmen* und Stämme. Zwischen dem Parenchym sammeln sich die Bündel

von

von Spiralgefäßen und brechen als Grundlage des künftigen Stammes an unbestimmten Stellen hervor.

Nur in besondern Fällen, als Ausnahme oder vielmehr Monstrosität, sieht man Gemmen und Stämme an anderen Theilen, als dem Stamme selbst und seinen Aesten, dem Wurzelstocke und der Wurzel sich entwickeln. So hat man Beyspiele von wurzelnden Gemmen, welche aus dem Blattstiele oder Blattnerven entsprangen. Zufällig sahen dieses Hedwig (Samml. fein. zerstreut. Auff. B. 2. S. 125) und Naumburg (Römers Archiv B. 2. S. 5); künstlich erzog Mandirola zuerst Bäume aus Blättern, und Thümmig untersuchte dieses in einer wirklich für ihre Zeit sehr guten Abhandlung *) genau. Es ist möglich, daß aus jedem Theile, welcher nur Spiralgefäße und Zellgewebe enthält, eine Gemme entspringe. Man kann auch hieher den Fall rechnen, wo aus der Mitte der Frucht ein Ast monstros hervorwächst.

Die Gemmen heißen *Sprossen* (turiones), wenn der Ast sich ansehnlich verlängert, die Blätter hingegen äußerst wenig entwickelt werden, da sich sonst die Blätter viel früher entwickeln als der Stamm. Der Spargel, die Pi-

*) Versuch einer Erläuterung der merkwürdigsten Begebenheiten aus dem Reiche der Natur v. L. Ph. Thümmig, Halle 1722, 2tes St. S. 110.

Pinus - Arten haben Sprossen; jene treiben sie aus der Wurzel, diese aus den Aesten. Alle Wurzeltriebe zeigen sich als Sprossen, der Stand unter der Erde hindert die Entwicklung der Blätter.

Es giebt Gemmen, deren Ast schon in demselben Jahre Blüthen trägt, ja die schon die Spuren der künftigen Blüthen deutlich zeigen; es giebt andere, die nur Blätter und andere Gemmen tragen. Sehr oft, und namentlich bey unseren Obstäumen, entspringt aus demselben Blattwinkel ein Blüthen- und ein Blätterauge. Die Prunus - Arten haben das Blüthenauge unter dem Blätterauge; Daphne hat es über dem letztern. In Rücksicht des Ursprungs finde ich keinen Unterschied zwischen Blüthenaugen und Blätteraugen, wie ihn Sprengel (Anl. 1. S. 246) behauptet, nur in der Stelle sind sie verschieden; jene entspringen mehr gegen das Ende oder am Ende eines Astes, als diese. Die Seitenäste haben einen Trieb, wiederum Seitenäste zu erzeugen, und weniger der Alles endenden Fructification zuzueilen. Man hat die Bemerkung gemacht, daß die Blüthenaugen zwar beym Oculiren anwachsen, aber nicht fortwachsen, auch in die Erde gesetzt, keine Wurzeln treiben.

Wie die oft mit dickem Harze festgeklebten Schuppen der Gemmen sich lösen, erklärt Senebier (Usteri's Annal. 6 St. S. 56.) sehr richtig. Die Basis der Gemme, worauf diese Deckblätter stehen, wird länger und dicker, und
 .011 zwar

zwar nach und nach; daher werden sie auch selbst nach und nach entfernt, verschoben und gelöst.

§. 7.

Die Gestalt der Aeste ist wie die Gestalt des Stammes sehr verschieden. Zuweilen leiden spitze Aeste im Alter eine Verdichtung und Zusammenziehung; sie werden stachelig. Diese Verdichtung trifft am meisten die eigentlichen Aeste (*Ulex*), aber doch auch Blüthenstiele (*Bupleurum spinosum*). Die stacheligen Aeste muß man wohl von den *Stacheln* (*spinae*) unterscheiden. Der Stachel ist zwar auch ein Ast, aber ein beschleunigter, verhärteter, und von einem andern in seiner Entwicklung gehemmter Ast. Der wahre Stachel entspringt aus dem Winkel eines Blattes, besteht wie die Aeste aus Rinde, aus einem sehr zusammengezogenen Holze, daher die Spiralgefäße auch äußerst zart sind, und wahrem Marke, welches du Hamel mit Unrecht läugnet (*Ph. d. arbr.* 1 St. S. 191). Wir lernen daraus, daß im Holz vorzüglich die Ursache der Zusammenziehung eines Theiles liege. Oft haben sie wirkliche Blätter, zuweilen auch nur die Spuren derselben. Sie entstehen ein Jahr früher als sie sollten, und an ihrer Basis, oder in einiger Entfernung bricht der wahre Ast als Gemme hervor, entwickelt sich im folgenden Jahre, und verrichtet alle Functionen eines wahren Astes. Man wird dieses Alles an *Crataegus coccinea* und den verwand-

ten

ten Arten leicht beobachten können. Dieser Ursprung der Aeste beweist, dass wohl nicht Schwäche oder Mangel an Nahrung die Ursache der Stacheln seyn könne, sondern vielmehr ein verstärkter Trieb, ein Ueberfluss an Nahrung, wie Sprengel auch zuerst sehr richtig behauptet hat (Anleit, 1. S. 145). Unsere Obstbäume verlieren ihre Stacheln durch eine Cultur, die sie schwächt, zwar die Saftigkeit der Früchte, nicht aber die Menge an fruchtbarem Samen vermehrt.

Die *Ranken* (*cirrhi*) mancher Pflanzen scheinen ebenfalls sehr verlängerte, dünne, blattlose und meistens gedrehte Aeste zu seyn. In den Fällen aber, wo ich sie beobachtet habe, waren sie mehr verlängerte Blätter als Aeste.

Wir können hiermit einige Monstrositäten verbinden. Der *bandförmige Stamm* oder *Ast* (*caulis fasciatus*) entsteht von überfüllter Nahrung, wodurch ein Trieb zur Verästelung hervorgebracht wird. Die Aeste entstehen nicht wirklich, die Spiralgefäße wenden sich nur etwas seitwärts, das Mark dehnt sich aus und nimmt jene längliche Form an, welche es immer unter dem Ursprunge eines Astes erhält.

Die Richtung des Astes, der Stämme, der Blütenstiele ist für jede Art verschieden und bestimmt, so dass nur mechanische Mittel sie zurückhalten, aber nicht ändern können. **Aeusere Umgebungen wirken nicht** darauf, wenn

wenn man das Drehen nach dem Lichte annimmt; ein freylich an sich schon bestimmter Trieb,

§. 8.

Die Palmen haben nirgends Aeste, als an der Spitze des Stammes, und dort nur Blüthenzweige. Es scheint, als ob die übermäßige Grösse der Blätter die Aeste absorbirt habe. Eben dieses ist auch bey den Farrenkräutern der Fall. Selbst an unseren einheimischen Gräsern und vielen Zwiebelgewächsen sieht man selten andere als blühende Aeste.

Ganz anders als an den spiralführenden Pflanzen, ist die Verästelung der spirallofen. Man bemerkt zwar Gemmen an den Moosen, aber keine Knoten, auch entspringt der Ast nicht bestimmt aus den Blattwinkeln, sondern scheint mehr auf der Oberfläche aufzuwachsen. Viele Gattungen treiben nur Aeste aus der Spitze. Stämme sowohl als Aeste bestehen nur aus einem Zellgewebe, dessen Zellen lang, nicht gar enge, aber doch der schiefen Querwände wegen zum Baste zu rechnen sind. Eine Wendung der Zellen nach der Seite, wie man unter den Aesten der spiralführenden gewahr wird, ist hier nur da zu sehen, wo der Ast wirklich entspringt und sich vom Stamme trennt. Die Gemmen, welche man oft in einem besondern Behälter an einigen Lebermoosen zusammengehäuft findet, be-

bestehen aus bloßem Parenchym, und sind den Knollen analog.

Die Lichenen zeigen nur eine deutliche Verästelung an den Fruchtträgern (*Cladonia rangiferina*), und dann bemerkt man keine Gemmen, auch keine Aenderung in dem Stamme unter dem Ursprunge der Aeste. Das Keimpulver kann nur dadurch, daß es ohne Befruchtung fortpflanzt, mit den Gemmen verglichen werden. Eben so ist die Verästelung an den Tangarten, Conferven und den Pilzen, wo dergleichen vorhanden ist, ganz unvorbereitet. Doch liegt in dem eben entsprossenen unentwickelten Aste Alles zusammengedrängter, näher zusammen, und man kann daher den Anfang eines Astes immer als Gemme betrachten.

Wir haben nur ein Beyspiel von Fortpflanzung nach Polypenart im Pflanzenreiche, wo nämlich ein Junges auf dem Alten, und von diesem durch die nach allen Dimensionen kleinere Form verschieden, hervorsprießt, wächst, abfällt und für sich fortfährt zu leben. Es ist die *Prolifera Vaucheri* *). Diese Junge sind keine abfallende Gemmen, wovon wir oben Beyspiele gehabt haben, denn die Gemme erlangt bald die Dicke der Stammseite, wo sie entspringt, und ist nicht nach allen Dimensionen kleiner. Eine Auflösung des

*) *Histoire des Conferves d'eau douce* par Jean Pierre Vaucher, à Genève 1803. 4. p. 118.

des alten Stammes in einzelne Stücke, deren jedes eine besondere Pflanze bildet, findet noch seltener und nicht unbezweifelt Statt. Die Fortpflanzung der Bacillaria mag hieher gehören, aber ich finde sie nicht an Oscillatoria, wo sie Vaucher will gesehen haben.

Die Knollen schlagen oft aus, wenn sie noch an dem Mutterstamme befestigt sind, und treiben Blätter, auch wohl Blüthen. Verschiedene Laucharten liefern hievon Beyspiele. Man hat solche Pflanzen, obgleich uneigentlich lebendig gebährende (*viviparae*) genannt, welcher Name eigentlich solchen zukommt, deren Samen vor dem Abfallen von der Mutterpflanze keimen.

des alten Stammes in einzelne Stücke, deren jedes eine besondere Pflanze bildet, findet noch letzterer und nicht unabweislich Statt. Die Fortpflanzung der Baccharis mag hierher gehören, aber ich finde sie nicht an Ocilla. Lina, wo die Fächer will gesehen haben.

Viertes Kapitel.

Von den Blättern und blattartigen Theilen.

§. 1.

Die *Blätter* (folia) erkennt man nicht bloß an der Form, sondern vorzüglich an ihrer Stelle unter den Aesten und Gemmen, deren Vorläufer sie sind. Da aber vielen Blättern der Ast oder die Gemme fehlt, welche sie unterstützen sollten, so muß man die Vergleichung mit den Blättern unter Aesten oder Gemmen zur Erkennung zu Hülfe nehmen. Sonst ist die Form freylich in der Regel flach und dünn, aber es giebt auch cylindrische Blätter und einige, die man ohne Rücksicht auf die Lage, nicht für Blätter halten würde, z. B. die kleinen kurzen, walzenförmigen Theile am Cactus Opuntia. Zuweilen vertreten sogar Stacheln und Ranken die Stelle der Blätter. Nur in sehr seltenen Fällen haben die spiralführenden Pflanzen gar keine Blätter, den spirallofen und unvollkommenen Pflanzen hingegen fehlen sie sehr oft.

Wenn

Wenn auch ein Blatt nicht dicht unter der Gemme oder dem Aste steht, so gehört doch gewöhnlich zu jedem Aste ein solches stützendes Blatt, und es scheint nur von seiner Stelle verschoben, wie bereits erinnert ist.

Das Blatt entsteht aus dem Stamme oder den Aesten, indem sich Gefäßbündel oder vielmehr Holzbündel seitwärts biegen, die Rinde durchdringen und unter dem Aste hervorbrechen. Man sieht die Ablenkung der Gefäßbündel oft schon lange an dem Stamme unter dem Blatte; es bildet sich daselbst eine Erhöhung, welche man mit Ruellius sehr gut *pulvinus* (Blattkissen) nennen kann. Laufen die Kanten des Stammes in das Blattkissen aus, so nenne ich ihn blattkantig (*synedrus*), sonst gegenkantig (*cathedrus*). Die Blattkissen zweyer gegen einander über stehenden Blätter verwachsen oft mit einander, oder nähern sich nur (*Syringa*, *Portulacaria*). Nie hat das Mark des Stammes Antheil an der Bildung des Blattes; es geht nie das Mark aus dem Stamme in den Blattstiel oder Blattnerven über, wohl aber bildet sich oft in der Mitte der Stiele und Nerven ein besonderes Mark.

Das Blatt selbst besteht aus Holzbündeln, welche man, sobald sie an der Oberfläche sichtbar sind, Nerven nennt, und dem dazwischen verbreiteten Parenchym. Man hat den Blattnerven in den Moosblättern nach Hedwig oft einen Gefäßbündel (*ductulorum fasciculum*) ge-

genannt; gerade in solchen Pflanzen, wo er keine Gefäße hält. Durch die Mitte läuft sehr oft ein vorzüglich starker Nerv, und dieser ist es, welcher verlängert den Stiel bildet.

§. 2.

Die Art, wie die Holzbündel aus dem Stamme in das Blatt übergehen, ist verschieden. Ich will die vorzüglichsten Stufen und Uebergänge von der einfachern Bildung bis zur vollkommnern durchgehen. 1) Ein Bündel läuft in den Hauptnerven aus, viele andere kleinere parallele gehen neben ihm, oft im ganzen Umfange des Stammes, über, und bilden die Seitennerven. Hieraus entsteht das scheidenartige Blatt (*folium vaginans et semivaginans*) der Gräser und anderer, welches sogar, wenn die Ränder der Scheide wiederum zusammenschließen, dem Stamme ähnlich werden kann. *Allium*. *Scirpus*. 2) Wenige getrennte, runde Holzbündel gehen in das Blatt, doch ist gewöhnlich der mittlere der größte. Dieses ist ein wahrhaft stielloses Blatt (*f. vere sessile*), *Sedum* *Portularia* u. s. w.; Andere stiellose Blätter sind wie die gestielten gebauet, nur fehlt die Verlängerung des Hauptnerven. Auch das umfangende, zusammengewachsene, herunterlaufende Blatt (*amplexicaule, connatum, decurrens*) hat seine Form nur von Nebennerven, welche von dem Hauptnerven auslaufen, sich herablenken, und so die Verlängerungen der Blattfläche verursachen. 3) Viele getrennte, ziemlich gleiche, runde Holzbündel gehen in das Blatt. *Ferula*. 4) Viele

Viele genäherte, runde Holzbündel laufen zum Stiele oder zum Hauptnerven. *Primula Auricula*, *Isatis tinctoria*, *Plantago major*. 5) Mehrere genäherte, halbmondförmige Bündel gehen über, doch ist der mittellste der grösste. *Lychnis vespertina*, *Ribes Grossularia*, *Rosa canina*. 6) Ein grosser halbmondförmiger oder gebogener Bündel läuft zum Blatte. *Syringa vulgaris*, *Pyrus communis*, *Malus*. 7) Die Bündel stehen im Kreise und schliessen Mark ein. *Alcea rosea*, *Dictamnus albus*, *Aesculus flava*. 8) Drey halbmondförmige Bündel machen einen Kreis und schliessen Mark ein. *Heuchera*. *Ribes rubrum*. 9) Die Holzbündel machen einen fast ununterbrochenen, gebogenen Ring aus und schliessen Mark ein. *Robinia Pseud-Acacia*. *Carpinus Betulus*. Wir sehen also hier, wo nur einige Hauptstufen ausgehoben sind, einen deutlichen Uebergang zum astförmigen Baue, welcher der vollkommenste Zustand der Blätter zu seyn scheint.

Von der Vertheilung der Holzbündel rührt die ganze Form des Blattes her. Bald sind sie parallel und gleich gross, bald ist der mittlere Nerv viel grösser, als die anderen, bald gehen aus dem Hauptnerven viele feine parallele Aeste ab, sehr oft bilden sie ein Netzwerk, indem kleinere Bündel sich trennen und zu anderen übergehen, bald laufen einige Nerven weiter aus als andere, und erzeugen hervorstehende Lappen. Der Nerv springt gewöhnlich nur auf der untern Fläche vor, zuweilen auf beyden (fol. ensatum), nie auf der

der obern allein. Beym Faulen verzehrt sich das Parenchym zuerst, und nur das Nervenetz bleibt zurück und heisst Blattskelet *). Die Kunst, Blätter zu skeletiren, hat uns nur gelehrt, dass zwey bis drey Schichten von Holzbündeln dicht über einander hinlaufen. In den Nerven sieht man die Spiralgefäße sehr deutlich; sie sind immer sehr regelmässig, und ich habe äusserst selten Treppegefäße, oder getüpfelte Gefäße dort gesehen, ohne Zweifel, weil die Ausbreitung in der Fläche den Gefäßen mehr erlaubte sich frey zu entwickeln, ohne von den anliegenden Theilen gedrängt und verschoben zu werden.

Die meisten succulenten Pflanzen sind von den übrigen in Rücksicht auf die Vertheilung der Holzbündel nicht verschieden, nur werden sie durch häufiges Parenchym von der Oberhaut getrennt, und erscheinen daher nicht auf der Oberfläche.

Ein wahrhaft zusammengesetztes Blatt entsteht, wenn der Blattstiel sich verästelt und kleine Stielchen treibt, woran Blättchen befestigt sind. Diese Stielchen entspringen aus dem Hauptstiele, wie dieser aus dem Stamme. Oft verwechselt man ein tief bis zum Hauptnerven eingeschnittenes Blatt mit dem zusammengesetzten Blatte. Doch giebt es zwey Haupt-

*) S. den Artikel Blätterfkelete in Beckmann's Beyträgen zur Geschichte der Erfindungen 4. B. S. 212.

Hauptklassen von zusammengesetzten Blättern. Einige erscheinen schon als solche in der Jugend, andere sind dann einfach und zerreißen gleichsam nachher in mehrere Stücke (Palmen).

Der Hauptnerv verlängert sich oft noch über das Blatt hinaus, und bildet eine kleine weiche (apiculus) oder harte Spitze (mucro), oder auch eine lange biegsame, zuweilen gedrehte Ranke (cirrhus), die in seltenen Fällen wieder blattartig wird, und einen hohlen, mit einem Deckel versehenen Cylinder (arcidium) trägt (Nepenthes). An der Spitze sowohl, als an den Seitenlappen, erhärten die auslaufenden Nerven nicht selten und formiren Stacheln. Auch ziehen sich zuweilen die Blattstiele zusammen, nachdem das Blatt oder Blättchen abgefallen ist und werden stachelig (Tragacantha).

§. 3.

Das Parenchym füllt alle Zwischenräume zwischen den Nerven an, und steht in der Mitte des Blattes geordnet, wie in der Mitte des Stammes und der Aeste. Ein Querschnitt durch dicke, saftige Blätter überzeugt davon. Gegen die Oberfläche hingegen, wo es die Oberhaut bildet, gruppiren sich die Zellen anders, sie kehren ihre obere Fläche nach aussen, und machen eine seitwärts gedrehte Zellschicht auf der vorigen. In den flachen Blättern ist das Blatt beynahe ganz Oberfläche, und das mittlere Parenchym unmerklich. So ist die gewöhnliche Structur.

N

Aber

Aber die äußersten Zellen der Pinus - Arten sind lang und schmal, und liegen nach der Länge des Blattes, wie sonst nur die inneren.

Auf den Nerven strecken sich ebenfalls die Zellen beständig nach der Länge desselben, sind schmal, und enger als die übrigen. Dasselbe findet auch am Rande Statt. Meistens verhärten sie dort, ja sie werden wohl knorpelig. Die nach aussen hervorstehenden Spitzen erscheinen oft als kleine Zähne u. dgl.

Man findet Lücken in den Blättern und Querwände aus anders geformtem Parenchym, wie in dem Stamme. Sie stehen in dem schwertförmigen Blatte zwar der Länge, aber in die Quer, von der vordern zur hintern Fläche.

Wo die Blätter aus dem Stamme entspringen, oder auch die Blättchen aus dem Hauptstiele, findet man oft eine von dem Blattkissen verschiedene Erhöhung, zuweilen neben einem tiefen Eindrücke, auch wird die Form der Zellen ganz anders. Gewöhnlich sieht man sie dort kleiner und runder, oder kürzer und weiter, als auf dem Stamme oder Blattnerven, wo sie sich länger ausdehnen und enger werden. An Robinia Pseud - Acacia, Crataegus coccinea, Lupinus varius und vielen anderen habe ich dieses deutlich beobachtet. Jene Erhöhung rührt bloß vom Parenchym her, und dient in so fern zu den Bewegungen des Blattes, daß sie wegen der lockeren Zellen eine Zusammenpressung der Zellen erlaubt, wel-

Hauptklassen von zusammengesetzten Blättern. Einige erscheinen schon als solche in der Jugend, andere sind dann einfach und zerreißen gleichsam nachher in mehrere Stücke (Palmen).

Der Hauptnerv verlängert sich oft noch über das Blatt hinaus, und bildet eine kleine weiche (apiculus) oder harte Spitze (mucro), oder auch eine lange biegsame, zuweilen gedrehte Ranke (cirrhus), die in seltenen Fällen wieder blattartig wird, und einen hohlen, mit einem Deckel versehenen Cylinder (arcidium) trägt (Nepenthes). An der Spitze sowohl, als an den Seitenlappen, erhärten die auslaufenden Nerven nicht selten und formiren Stacheln. Auch ziehen sich zuweilen die Blattstiele zusammen, nachdem das Blatt oder Blättchen abgefallen ist und werden stachelig (Tragacantha).

§. 3.

Das Parenchym füllt alle Zwischenräume zwischen den Nerven an, und steht in der Mitte des Blattes geordnet, wie in der Mitte des Stammes und der Aeste. Ein Querschnitt durch dicke, saftige Blätter überzeugt davon. Gegen die Oberfläche hingegen, wo es die Oberhaut bildet, gruppiren sich die Zellen anders, sie kehren ihre obere Fläche nach aussen, und machen eine seitwärts gedrehte Zellschicht auf der vorigen. In den flachen Blättern ist das Blatt beynahe ganz Oberfläche, und das mittlere Parenchym unmerklich. So ist die gewöhnliche Structur.

N

Aber

der finden. Aber in zwey über einander stehenden Wirteln wechseln die Blätter, keines deckt das gerade darunter liegende, sondern es trifft auf den Zwischenraum zwischen zwey neben einander stehenden Blättern. Dieses ist der von Bonnet zuerst beachtete schraubenförmige Stand der Blätter.

Man könnte sagen, es sey dieser Wirtel, aber bloß nach seinem untern Theile in der Scheide der Gräser u. s. w. übrig geblieben, er habe nur an einer Seite die Verlängerung des Blattes hervorgebracht. Diese Scheide verhält sich wie ein Blatt. Oben im Blattwinkel findet sich ein kleiner Ansatz (ligula), keine bloße Verlängerung der innern Haut, denn er hat mehrere Schichten über einander, aber noch weniger ein Nebenblatt. Sonderbar ist die schon früh welke, netzförmig zer-rissene Blattscheide der Palmen.

Fast immer entspringt nur ein Blatt aus derselben Stelle, in seltenen Fällen mehrere. Dann stellen sie gleichsam den untern Theil eines Astes vor, mit zusammengehäuften Blättern. Ein solcher Ast entwickelt sich wirklich aus der Mitte dieser Blätter an *Pinus Larix*, und hat auch in der Jugend nur einzelne Blätter, die später sich zu einem Büschel anhäufen. Statt des wahren stützenden Blattes sieht man eine (*Asparagus*), oder mehrere trockene Scheiden (*Pinus*), mit einem irregulären Zellenbau, wenig Holzbündeln und ohne Spaltöffnungen. Nur die Scheide ist geblieben, das Blatt selbst fehlt.

Statt

Statt des stützenden Blattes besitzen die Stachelbeeren und Berberitzen Stacheln. Sie entspringen gleich den Blättern aus dem Holze, haben zuäusserst sehr gedrängten Bast mit kaum merklichen Gefässen, inwendig aber Parenchym, welches jedoch auf keine Weise mit dem Marke des Stammes oder der Aeste in Verbindung steht. Es scheinen sehr veränderte Blätter zu seyn.

Ein Ranke (cirrhus) ersetzt eben so zuweilen die Blätter. Solche Ranken sitzen am Weinstocke den Aesten gegenüber, unterstützen keinen Ast, bestehen aus einem Kreise von Holzbündeln mit eingeschlossenem Marke, stehen aber auf keinem Blattkissen, wie das gegenüberstehende Blatt. Es kommen auch weniger Gefässbündel in der Ranke, als in dem Blatte zusammen; kurz es ist ein verkümmertes Blatt.

So wie der Stamm immer nach zwey Seiten zugleich Blätter auszusenden strebt, so zeigt das Blatt dieselbe Tendenz gleiche und ähnliche Hälften zu bilden. Nur verhindert die Zusammenpressung und Faltung in den Gemmen oft die gleichförmige Entwicklung beyder Hälften.

Die Richtung der Blätter ist eben so bestimmt, als der Wurzel und des Stammes. Man kehre ein Blatt um, so dass die obere Fläche nach unten kommt, und binde es in dieser Lage fest. Man wird bald bemerken, wie sich der verdrehte Blattstiel zurückdreht, und

und das Blatt seitwärts seine vorige Lage herzustellen sucht. Wäre eine Wirkung äußerer Dinge der Grund jener Lage, so würde ohne Zweifel rund umher das Blatt gebogen, um die obere Fläche so bald als möglich aufwärts zu kehren.

§. 5.

Die Blätter sind an einer und derselben Pflanze oft verschieden. Aus den Cotyledonen entstehen die Samenblätter, weniger zertheilt, dicker und saftiger als die folgenden, überhaupt weniger entwickelt und ausgebildet. Unter der Erde findet man zuweilen wenig bemerkte, eben so unentwickelte, dicke, saftige Blätter, z. B. an *Saxifraga granulata*, *Oxalis Acetosella*. Die Wurzelblätter über der Erde sind auch in der Regel weniger zertheilt, als die folgenden. Gegen den Gipfel des Stammes, gegen die Blüthen nehmen die Blätter wiederum ab, sie verlieren den Stiel, werden schmaler, weniger getheilt, blässer; oft ganz welk und in den letzteren Fällen nimmt auch die Zahl der Spaltöffnungen ab; ja sie verschwinden zuweilen völlig, und die Form der Zellen und ihre Gruppierung wird irregulärer. Man nennt das Blatt unter den Blüthenstielen, wenn es sich in der Form von den übrigen Blättern unterscheidet, überhaupt eine *Bractee* (*bractea*); eine wahre, echte *Bractee* kann man es aber nennen, wenn es grösser, tiefer getheilt und nicht auf die oben angegebene Weise nur verändert

dert ist. Zuweilen erscheinen die Bracteen von den anliegenden Blumen gefärbt. Die Bractee unterscheidet sich dadurch vom Kelch und von allen Blüthentheilen, daß sie in ihrem Winkel die Blüthe als eine andere Gemme trägt, hingegen alle Blüthentheile zu einer Gemme gehören. Ihre Dauer ist sehr verschieden, sie bleibt oft bis zur Reife der Frucht stehen, zuweilen fällt sie ab, so wie die Blüthe ausbricht, z. B. an *Ligustrum*, daher ist Linné's Angabe, sie von dem Kelche zu unterscheiden, ganz unrichtig (Phil. bot. IV. §. 89). Stehen die Bracteen in einem Kreise, so bilden sie die Hülle (*involucrum*). Auch die Schuppen unter den Blüthen der Kätzchen, die Spreublättchen auf dem Boden der zusammengesetzten Blüthe gehören zu den Bracteen. Oft fehlen der Bractee die Blüthen im Winkel, und dann erkennt man sie aus der Vergleichung mit anderen Bracteen, oft sind nur Spuren von ihnen vorhanden.

Es muß also erst eine Zusammenziehung, eine Verkümmernng der Blätter geschehen, ehe die Blüthe auszubrechen vermag, und selbst in den Fällen, wo eine echte Bractee eine Ausnahme zu machen scheint, ist doch diese bey einer größern Breite und Zertheilung viel kürzer als die übrigen Blätter.

§. 6.

Einige Sträucher und Bäume verlieren jährlich in der kalten oder trocknen Jahreszeit ihre Blätter. Sie leiden oft vorher einige Veränderungen, werden anders gefärbt, fleckig, schrumpfen ein, verwelken auch wohl ganz und gar; Veränderungen, welche Murray am genauesten verzeichnet hat *). Die Trennung geschieht da, wo der Blattstiel in den Stamm oder Ast übergeht, in seltenen Fällen bleibt das trockene Blatt den Winter über am Stamme hängen (Eiche). Offenbar wirkt das Klima darauf; im südlichen Europa verliert die Ulme ihr Laub später als im Norden, aber der periodische Wechsel wirkt ebenfalls, denn die Ulme verliert dort ihre Blätter, ungeachtet das Thermometer noch nicht so tief gefallen ist, als es oft im Sommer im Norden fällt. Sprengel hat die verschiedenen Meinungen über das Abfallen der Blätter angeführt und gehörig gewürdigt (Anleit. 1. S. 267). Das Anschwellen der Gemmen in den Winkeln, wodurch dem Blatte Nahrung entzogen wird, das langsamere Aufsteigen der Säfte in den an Lebenskraft erschöpften und durch Kälte noch mehr geschwächten Gefäßen setzen das Blatt in einen kränklichen Zustand, wobey sich alle Zellen mehr zusammenziehen und die Gefäße selbst anfangen einzuschrumpfen. Dafs nun gerade an dem Ursprunge des Blattstiels eine

*) N. Comment. Soc. Gotting. T. 2. p. 27.
auch in seinen Opuscul. Vol. 1. p. 103.

eine scharfe Trennung geschieht, rührt von der verschiedenen Bildung der dortigen Zellen her, die sich also auch nach anderen Richtungen zusammenziehen und eine Trennung von den übrigen veranlassen. Diese Trennung erstreckt sich immer weiter und greift endlich die Gefäße mit an. Blätter, welche keine Gemmen in den Winkeln haben, fallen nicht ab (Pinus), und auch nicht kleine, sehr dichte und feste Blätter, welche wenig Nahrung bedürfen. Mangel an Nahrung, wie andere Versuche lehren, verursacht auch sonst ein Abfallen der Blätter.

Im Frühling oder im Anfange der Regenzeit brechen die Blätter wieder an den Bäumen hervor, welche sie vorher verloren hatten. Linné *) und Burgsdorf **) haben sich damit beschäftigt, die Zeit des Ausschlagens für verschiedene Arten genau zu bestimmen.

Ueber die Folgen, welche die Wunden in Blättern hervorbringen, hat Senebier viele Versuche angestellt (Phys. veg. 1. S. 427). Nie bemerkt man eine Reproduction derselben.

§. 7.

*) Diff. Vernatio arborum in Amoen. acad. Vol 3.

**) Schriften d. Berliner Gesellschaft Naturforsch. Freunde, B. 6. S. 236.

§. 7.

Die Function der Blätter ist die Ausdünstung nach Hales (Stat. d. Veg. Exp. S. 30), die Einfangung nach Bonnet (Rech. sur l'usage d. feuill. s. oben), das Auschwitzen und Absondern verschiedener Flüssigkeiten nach Bjerkander *), das Aufbewahren der Säfte nach Hedwig (Usteri's Annal. d. Bot. St. 4. S. 30). In so fern die Blätter die grüne Oberfläche der Pflanze vermehren, Spaltöffnungen und Haare tragen, in ihrem häufigen Parenchym eine Menge Säfte fassen, kann man ihnen alle diese Functionen zuschreiben, nur keine ausschliesslich. Als Vorläufer der Aeste oder gar des ganzen Stammes dienen sie ohne Zweifel diesen jungen Theilen schon bereiteten Saft zuzuführen, dessen alle jungen Theile vorzüglich zu bedürfen scheinen. Dieses ist die einzige eigenthümliche Function, alle übrigen kommen ihnen als Verlängerungen der ganzen Oberfläche der Pflanze zu.

Das Entblättern der Pflanzen kann nach den Umständen verschiedene Folgen haben. Mariotte sah einen entblätterten Rosenstrauch im folgenden Jahre keine Blüthen tragen (de la Végét. S. 121). Es ist eine bekannte Sache, daß manche Pflanzen bessere und reifere Früchte bringen, wenn ihnen einige Blätter genommen werden. Manche Bäume vertragen

*) Suensk. Vetensk. Academ. Handling. 1773.
T. 1. p. 71.

gen die Kälte besser, wenn sie entblättert sind (Bot. Mag. 10. St. S. 194). Die Blätter ernähren die Gemme, und ein Mangel, so wie ein Ueberfluß der Nahrung kann in manchen Fällen nützliche Folgen nach sich ziehen.

§. 8.

Die Blätter können Wurzeln und Augen treiben, wie wir schon oben gesehen haben. Einige Pflanzen haben auch Blüthen auf den Blättern und die meisten Farnkräuter beständig.

Die Laubmoose und einige Lebermoose besitzen Theile, welche die flache Gestalt der Blätter haben, und wie an den spiralführenden Pflanzen auf dem Stamme sitzen. Doch findet man sie nicht so bestimmt unter den Aesten. Durch die Mitte läuft ein Nerv aus bastartigem Zellgewebe, der aber oft fehlt, oft nur halb vorhanden ist, und sich nie im Blatte vertheilt. Das Uebrige wird vom Parenchym gebildet. Der Rand hat ebenfalls engere, längere Zellen, und ist oft gezähnelte. Tief zertheilte Blätter bemerkt man an einigen Lebermoosen, zusammengesetzte so wenig, als einen deutlichen Blattstiel. Haare findet man auf ihnen nicht selten, Papillen sehr oft, Spaltöffnungen nie.

Allen unvollkommenen Pflanzen fehlen die Blätter gänzlich; die ganze Substanz stellt nur zuweilen eine blattartige Ausbreitung dar.

§. 9.

§. 9.

Neben den Blättern befinden sich oft und zwar in der Regel zu beyden Seiten auf demselben Blattkissen Theile, welche in der äusseren Form sowohl als im innern Baue den Blättern völlig gleichen. Man nennt sie *Nebenblätter* (stipulae). Sie haben Nerven aus Holzbündeln, wie die wahren Blätter, doch meistens in einer andern Vertheilung und dazwischen liegendes grünes Parenchym, ferner Spaltöffnungen und nicht selten Haare. Sie fallen früher oder später ab, nachdem die Blätter entwickelt sind, haben aber beständig schon früher ihre Vollkommenheit erreicht, als die wahren Blätter, und dieses zeichnet sie vorzüglich aus. An ihrer Stelle bemerkt man zuweilen Stacheln (*Robinia Pseud - Acacia*) Ranken (*Cucurbitaceae*) oder nur Warzen. Auch neben den Blättchen der zusammengesetzten Blätter hat man sie beobachtet (stipellae Bernh.). Die geflügelten Blattstiele der Rose entstehen aus angewachsenen Nebenblättern, denn auch diese sind vor der Ausbildung des Blattes schon ausgebildet. Zuweilen kommen die Bracteen mit den Nebenblättern und nicht mit den Blättern überein, wie man an *Galega officinalis* deutlich gewahr wird.

Die Nebenblätter sind eine Vorbereitung zu den Blättern. Mit kleinen, bald verwelkenden Theilen fängt die Natur an, und erleichtert dadurch die Bildung und Entwicklung der nachfolgenden grösseren und vollkommneren Theile.

Fünftes Kapitel.

Von der Blüthe.

§. 1.

Zur *Blüthe* (flos) gehören die Geschlechtstheile und was mit ihnen dieselbe Gemme oder Ramification ausmacht. Man kann die Blüthentheile als unentwickelte, verfeinerte Blätter ansehen, deren Wirtel unverschoben und einander genähert sind.

Die Blüthe sitzt auf dem *Blüthenstiele* (pedunculus), und ist früher als derselbe vorhanden. Wo sie entspringt, erweitert sich der Blüthenstiel, so wie der Stamm, wenn er eine Gemme treibt. Diese Erweiterung ist es eigentlich, was man *Blüthenboden* (receptaculum) nennt, und der letztere keinesweges ein besonderer, von den übrigen getrennter und gesonderter Theil. Die Rinde des Blüthenstiels vergrößert sich, die äußeren Holzbündel trennen sich von einander, biegen sich
seit-

seitwärts, und laufen zur äussern Blüthenhülle oder zum Kelche. Aus diesen, nachdem sie sich seitwärts gebogen haben, entspringen andere, oder sind jenen gleichsam eingimpft, welche zu der Blume und den Staubfäden laufen. Unter denselben und früher, da, wo die äusseren sich seitwärts lenken, gehen Holzbündel gerade zum Innern des Fruchtknotens oder zum Samen über und schicken oft ein Nebenbündel in die äusseren Theile der Frucht. Das Mark verdickt sich, bekommt irreguläre Zellen, auch sehr oft Lücken, wird ungemein zart und setzt sich bis in das Innere der Frucht und des Staubweges fort. Noch zarter ist der Bast, welcher die Gefässe begleitet; er besteht oft aus so feinen kleinen Zellen, dass man sie mit Mühe unterscheidet. Man sieht hieraus, wie wenig die Blüthen, wo Kelch und Blume auf dem Fruchtknoten sitzen von jenen abweichen, wo sie darunter befindlich sind. Immer entspringen die Gefässbündel der Blume und der Staubfäden aus den äussersten Bündeln, die inneren gehen gerade zur Frucht, und es kommt also nur darauf an, ob die Bündel früher oder später sich trennen, um die verschiedenen Blüthenformen darzustellen.

Von den Blüthensträussen bis zur regelmässigen einfachen Blüthe findet man einen auffallenden Uebergang. Die Dolde macht den ersten Schritt; die Blüthen stehen ungemein regelmässig, die Blumen sind in der Mitte kleiner und gleichförmig, nach aussen
wer-

werden sie gröfser, ungleichförmig und gestrahlt, so dafs wenn man das Ganze zusammenschiebt, die regelmässige Form einer einfachen Blüthe entspringt. Die gehäuften Blüthen (fl. aggregatus) stehen schon auf einem gemeinschaftlichen Boden, sind indessen noch durch Kelche und Bracteen getrennt. Hierauf folgt die zusammengesetzte Blüthe (anthodium), welche der einfachen im Aeufseren oft völlig gleicht, deren äufseren Strahlenblümchen die Blume darstellen, die inneren röhrenförmigen die Staubfäden, und wo das Ganze von einem gemeinschaftlichen Kelche geöffnet und verschlossen wird. Auch der innere Bau stimmt damit überein; die äufseren Holzbündel gehen zum Kelche, in diese impfen sich alle Bündel, welche zu den Blümchen gehen, und laufen also unter der Oberfläche des Blüthenbodens zu ihnen hin, indem die Mitte ganz von zartem, lückigem Marke eingenommen wird. Nur in einigen, die den gehäuften Blüthen sich nähern, gehen die getrennten Bündel früher ab und durchschneiden gerade das Mark, um zu den Blümchen zu gelangen (Helianthus). Zarte, oft zu Borsten verdrückte Bracteen scheiden die Blüthen von einander; die Kelchblätter sind ebenfalls zu Borsten zusammen gezogen (pappus).

Eben so findet sich ein Uebergang von den Sträuchen zu der einfachen Frucht. Die Dorstenia macht hier den ersten Schritt, Ficus den äufsersten, Wie in einer Kürbissfrucht

frucht durchlaufen die Gefäßbündel den Blütenboden, und Seitenbündel gehen zu den kleinen Blüten, wie zu den bloßen Kernen.

Man muß den so genannten Fruchtboden an *Fragaria* und *Anacardium* zu den Theilen rechnen, welche den Perikarprien sich nähern. Sie umgeben den Samen nur nicht; er steht auf ihnen, gleichsam emporgedrückt. Die benachbarte Gattung *Rubus* verräth diese Form für *Fragaria* deutlich.

Der Blütenstiel nimmt oft Theil an den Veränderungen, welche die blattartigen Theile in der Blüthe erlitten; er wird zart und gefärbt. Doch ist dieses so unbeständig, daß man Hyacinthen mit grünen, unveränderten und andere mit zarten, gefärbten Blütenstielen antrifft.

§. 2.

Der *Kelch* (calyx) ist die äußerste Hülle der Blüthe. Er stellt den äußersten Blattwirtel in der Blüthe dar. Daher wechseln die Abtheilungen desselben mit den Abtheilungen der Blume, wie Linné richtig bemerkt hat (Phil. bot. IV. §. 90), und wenn keine Wirtel fehlten oder doppelt vorhanden wären, so würde es kein besseres Kennzeichen des Kelches geben.

Der Kelch ist zwar den Blättern analog, — er besteht aus Nerven von Holzbündeln und dazwischen vertheiltem Parenchym *), — aber
sehr

*) Sonderbar, daß Mirbel die in den Nerven sehr deutlichen Spiralgefäße längnet (Hist. nat. T. 2, S. 16).

sehr oft nur dem untern Theile derselben oder den Nebenblättern. Man sieht dieses deutlich an der Rose, wo der Kelch häufig und leicht in ordentliche Blätter auswächst. Der Kelch der Gräser ist ebenfalls wohl nur die Blattscheide, und die Granne ein Ueberbleibsel des verkümmerten Blattes. Sie besteht aus Zellgewebe, ein Holzbündel läuft in ihr weit hinauf, und Spaltöffnungen kommen an ihr ebenfalls noch vor; Alles Zeichen ihres vormaligen Zustandes. Der so genannte vielblumige Kelch der Gräser gehört mehr zu den Bracteen.

Unter dem Kelche bemerkt man zuweilen einige bracteenartige Theile, die man zu ihm rechnen und für einen äußern Kelch halten muß, z. B. die Schuppen an *Dianthus* u. dgl. In den Malvaceen scheint der äußere Kelch die Nebenblätter darzustellen.

Der Kelch geht oft ununterbrochen in den Blüthenstiel über; eine Eigenschaft, welche Jussieu zum Hauptkennzeichen des Kelches macht. Allein oft sind die Zellen des Kelches von den Zellen des Blüthenstiels sehr verschieden; oft sieht man querliegende Zellen, wo der Stiel in Blüthe übergeht. Ganz unterbrochen ist die Verbindung in den Laucharten, wie *Allium senescens* deutlich lehrt. Wenn der Kelch leicht abfällt, zeichnen sich immer die Zellen an der Basis desselben auf eine auffallende Weise aus.

Es finden sich viele Spaltöffnungen auf der äußern Fläche des Kelches, zuweilen auch auf der innern, und Sprengel hält dieses für den Unterschied zwischen Kelch und Blume (Anl. 1. S. 317). An den meisten Pflanzen ist es allerdings ein sicheres Kennzeichen. Doch haben die gefärbten Kelche oft sehr wenige (*Tilia*, *Tropaeolum*), auch wohl gar keine (*Polygonum amphibium*, *Allium senescens*, *Juncus*, *Yucca*), welches dieses Kennzeichen etwas unsicher macht. Ganz verschiedene Theile würden auch zum Kelche gehören, wie z. B. der grüne und rothe Kelch an *Canna*. Am sichersten ist es, man nennt die Blüthenhülle im zweifelhaften Falle *Perigonium*. Gewöhnlich hat auch der Kelch mehr Spaltöffnungen, als die obersten Bracteen; er fängt eine neue Gemme an, deren äußerste Schicht er bildet, und die äußere Seite der Pflanze ist in der Regel mit Spaltöffnungen besetzt.

Eben so schwer ist es oft den Fruchtknoten, wenn dieser unter der Blüthe steht, vom Kelche zu unterscheiden. Doch hat dieser ausserhalb sichtbare Nerven, wie die Blätter, der Fruchtknoten hingegen im Innern versteckte. Der Kelch der Rose kann daher, wegen der versteckten Nerven, mit Recht fruchtknotenartig heißen.

Der Blattwirtel des Kelches wächst oft in eine Röhre zusammen und bildet den einblättrigen Kelch. Seine Gestalt leidet weniger

ger Abänderungen, als die Gestalt der Blume, seine rohere, festere Substanz widerstand den mannichfaltigen Bildungen, und kaum ist er gezwungen worden, sich der Trennung in zwey Lippen zu nähern.

Die Laubmoose haben einen ähnlichen Theil an dem Perichaetium, die Lebermoose an der Scheide des Fruchtsiels; den unvollkommenen Pflanzen fehlt er ganz.

§. 3.

Die *Blume* (corolla) macht die innere Hülle der Blüthe. Sie stellt, gleich dem Kelche, einen innern Blattwirtel vor, wechselt daher mit ihm, und zugleich mit der äußersten Reihe der Staubfäden. Sie ist viel feiner und zarter, als der Kelch, hat weniger vorspringende Nerven, aber desto mehr feinere, welche als zahlreiche Gefäßbündel mit wenig Bast umgeben die Fläche durchziehen. Zwischen ihnen liegt Parenchym, nicht mit grünem Farbestoff, sondern mit einem weissen oder gefärbten Saft, von verschiedener Art gefüllt; Spaltöffnungen finden sich auf ihr nur selten. Auf der innern Seite erheben sich die Zellen oft in Papillen, wie Sprengel zuerst bemerkt hat (Anl. 1. S. 319). Von diesen Papillen rührt der schöne Glanz der Blume her, wenn die Sonne darauf scheint. Die Zellen sind aber an einer und derselben Blume oft sehr an Grösse und Form verschieden; die unteren weichen von den mittleren, und diese

wieder von den oberen ab; in der Regel sind die oberen Zellen runder als die unteren. Man findet auch zusammengesetztes Zellgewebe, und Lücken in der Blume. Unten, wo sich die Blume leicht von dem Blüthenstiel trennt, sind die Zellen länger, schmaler und quer gestellt, und bestätigen die Regel, daß die Veränderung des Zellgewebes eine künftige Trennung vorzeichnet. Zuweilen ist der Kelch mit der Blume deutlich verwachsen, z. B. *Daphne*, *Sanguisorba*.

Die Gefäßbündel der Blume gehen von denen ab, welche zu äußerst dem Kelche zulaufen, und diese liefern selbst wiederum die Gefäße für die Staubfäden. Die Bündel trennen sich früher oder später, und verursachen dadurch die verschiedene Lage der Blume über oder unter dem Fruchtknoten, auf oder unter dem Kelche. In seltenen Fällen ist sie an die Fruchtbasis gewachsen (*Silene*, *Cucubalus*).

Eigentlich scheinen nur fünf Blätter den vollständigen Wirtel auszumachen; wenn sechs oder mehr vorhanden sind, wird man gewiß zwey oder mehr Wirtel, einen innerhalb des andern, bemerken. Vier Blätter in einem Wirtel lassen eine Lücke für ein fünftes, drey zeigen eine weniger vollkommene Form an, und zwey oder gar nur eines lassen ebenfalls Lücken für zwey oder ein drittes. Im einfachsten Falle sind die Blumenblätter getrennt, häufig verwachsen sie in eine einblättrige Blume, aber in beyden Fällen zeigt

zeigt sich eine Neigung zur zweylippigen oder schmetterlingsförmigen Blume überzugehen. Auf trockenem, magern Boden tritt daher die zweylippige Blume nicht selten in die ursprüngliche Form zurück und bildet eine Peloria. Die Blume der Orchideen scheint in der Unterlippe zu bestehen; die übrigen Blätter, besonders die beyden äusseren zur Seite, zeigen sich wegen der vielen Spaltöffnungen mehr kelchartig. Die Blume der Gräser unterscheidet sich allerdings vom Kelch durch weniger, oder gar keine Spaltöffnungen, ist ihr aber sonst sehr ähnlich. Uebrigens hat die Blume manche Haare, Anhängsel, erhöhte Flecke u. dergl.

Der süsse Saft, welchen viele Blumen an der Basis, oder in besonderen Verlängerungen absondern, schwitzt gerade zu aus den Zellen, und es sind keine besondere Glandeln dafür vorhanden, wie Roth glaubt (Usteri's Magaz. d. Bot. 2. St. S. 51).

Vielen vollkommenen Pflanzen und allen unvollkommenen, auch den spirallofen fehlt die Blume ganz und gar.

Die Theile der Blüthe, welche eigentlich nur zusammengezogene Blätter sind, ziehen sich in den Staubfäden noch mehr zusammen, und ehe sie dahin gelangen, trifft man oft Mittelzustände zwischen beyden Formen

men an, wie Göthe *) vortrefflich gezeigt hat. Diese Formen fasste Linné unter dem Namen Nectarium zusammen; doch scheint der Ausdruck Paracorolla bequemer. Im Aeufsern sind sie ungemein mannichfaltig, im innern Baue gleichen sie der Blume, oder den Staubfäden gar sehr, haben auch Gefäßbündel. Durch die Gegenwart derselben unterscheide ich sie von den Paraphysen, borstenartigen oder haarartigen Theilen in der Blüthe.

§. 4.

Die männlichen Geschlechtstheile heißen *Staubfäden* (stamina). Gewöhnlich bildet sie ein fadenförmiger Körper, der *Träger* (filamentum), und dieser trägt den Staubbeutel (anthera), in welchem der befruchtende *Blüthenstaub* (pollen) enthalten ist. Der Träger hat in der Mitte ein Holzbündel, umgeben von länglichen, schmalen, oft irregulären Zellen, mit einer Oberhaut, fast immer ohne Spaltöffnungen. Er fehlt oft, steht zuweilen auf dem Blüthenstiele, zuweilen auf dem Kelche, oft ist er mit der Blume, zuweilen mit anderen Trägern, selten mit der Fruchtbasis verwachsen.

Man

*) Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären. Gotha 1790. 8.

Man findet die Staubfäden in einem Wir-
tel oder in einem Kreise stehen, oft in mehreren
und dann zuweilen in Haufen. Selten sind
sie nackt ohne Hülle von Kelch und Blume.

Meistens besteht der Staubbeutel aus zwey
länglichen oder rundlichen, neben einander
liegenden Säckchen, die sich durch eine läng-
liche Spalte, selten durch runde Löcher öff-
nen, den Pollen ausschütten und dann ein-
schrumpfen. Man kann also zwey Säckchen
auf eine Anthere rechnen. Ich habe nie Ge-
fäße in der Anthere gefunden, sie besteht grös-
tentheils aus grossen, runden und eckigen
Zellen, nur, wo man Nerven bemerkt, sind
diese länger und schmaler. Oft liegen die
Säckchen nicht dicht zusammen, und dann
hat man der Pflanze wohl zwey oder gar vier
Antheren zugeschrieben.

In der Anthere befindet sich der Blüthen-
staub, meistens lose in kleinen Kugeln. Zu-
weilen, doch nicht immer, scheint er inwen-
dig Zellen zu haben, wie Kölreuter zu all-
gemein behauptet *) und Hedwig zu allge-
mein läugnet (Samml. f. Abh. T. 2. S. 111).
Nur selten ist er an kleinen Fädchen befe-
stigt; doch sind diese deutlich in *Oenothera*,
weniger deutlich in *Impatiens* *Balsamina*, wo
sie Rafn sah (Pflanzen-Physiol. §. 59). Die
Form

*) Dritte Fortsetzung der vorläufigen Nachricht
von einigen das Geschlecht der Pflanzen be-
treffenden Versuchen, Lpz. 1776. S. 137. 142.

Form ist rund und länglich in den meisten Pflanzen, stachlich in den Malvaceen und Kürbispflanzen, sonderbar dreyeckig in *Oenothera* u. s. w. Wenn Wasser dazu kommt, schwillt das Korn oft an und platzt, wobey eine öhlige Flüssigkeit ausfließt. Doch platzt das geschwollene Korn nicht immer, zuweilen wird es nur trübe, als bewirke das Wasser einen Niederschlag, zuweilen schwitzt die trübgewordene Flüssigkeit in kleinen Tröpfchen aus, wie an den kürbisartigen Gewächsen, und zuweilen dringt sie überall so hervor, daß die Körner davon stachlich erscheinen (*Borago officinalis*).

Den Blütenstaub der Dattelpalme haben Fourcroy und Vauquelin chemisch untersucht (Annal. d. Mus. 1. S. 417) und darin Aepfelsäure, phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Talkerde, eine thierische Materie, welche sich in Wasser mit Hülfe der Säuren auflöst, und der Gallerte ähnlich ist, endlich eine thierische, dem Eyweiß nahe kommende Materie gefunden. Ganz verschieden sind davon die Resultate welche Buchholz (Almanach f. Scheidekünstl. f. 1805. S. 137) aus seinen Versuchen mit dem Pollen von *Salix triandra* zog. Er erhielt wenig in Wasser auflösliche Theile, dafür sehr viel von einem harzigen Stoffe, etwas eyweißartige Materie und Spuren von einem thierischen Stoffe. Ich habe den Blütenstaub von *Corylus Avelana*, den man in Menge haben kann, untersucht. Durch kaltes und warmes Wasser läßt sich

sich daraus eine Menge Gärbestoff ausziehen, hierauf erhält man vermittlest des Weingeistes ein Harz, welches Wasser in zarten weissen Flocken niederschlägt. Der Rest liefert bey der Auflösung in Kali Kleber in grosser Menge und als Rückbleibsel etwas membranösen Stoff. Es ist mir doch wahrscheinlich, dass in dem Pollen der Dattelpalme der Harzstoff durch die Länge der Zeit unkenntlich geworden war, und dieser den eigentlich befruchtenden Stoff ausmache.

Es giebt einige Abweichungen von dem gewöhnlichen Baue der Antheren. Sie sind mit einander an den Seiten verwachsen in den Syngenesiten, und öffnen sich nur nach innen. In den Orchideen ist die Anthere gross und dem Aeufsern nach der Blume ähnlich, der Pollen enthält deutlich Zellgewebe, und sitzt oft auf einem besondern Stiele zusammengeballt. In den Cucurbitaceis winden sich fünf schmale Antheren an dem fleischigen Träger auf und nieder. In *Asclepias* stehen die kleinen braunen Antheren in einigen Höhlungen der Stielsäule, aus zwey Säckchen, wie an anderen Pflanzen, zusammengefügt. Doch sind die Säckchen leer, und aus einem jeden tritt der gestielte, einfache, mit Zellgewebe gefüllte gelbe Pollen hervor, den man sonst für die Antheren hielt *). Ob die Farrnkräuter mit Antheren versehen sind, ist noch immer zweifelhaft (s. Sprengels Anleit. Th. 3. S.

*) S. Jacquin in *Miscellan. Austriac.* T. 1. p. 1.

S. 62), doch scheint es mir, als ob Bernhardi Recht habe, daß die kleinen Behälter an den Enden der Holzbündel in den Blättern diese Function leisten. An *Scolopendrium vulgare* bilden sie auf der obern Fläche gegen den Rand längliche Körper, die ganz aus Parenchym bestehen, und in ihren Zellen eine dunkle Masse, keinen grünen Stoff enthalten. Gegen sie hört der Gefäßbündel auf, gerade wie in den Staubfäden. In den *Crassulis*, namentlich *Crass. crenata*, sehe ich doch nichts Aehnliches. Der Weg, welchen die befruchtende Materie von den Antheren zu den Früchten zu machen hat, ist nicht so weit als in manchen der Weg von der Narbe zum Fruchtknoten. Auch kann ich nicht glauben, daß *Lycopodium denticulatum* und einige andere *Lycopodia*, zwey Arten von Kapseln haben sollten; ich halte sie mit Brotero für Antheren und Kapseln. Die Antheren der Moose, welche Hedwig *) zuerst genau untersuchte, haben in der äußern Form, in der Umgebung mit regelmässig geordneten Blättern, in der Begleitung von Paraphysen, in der nicht selten anzutreffenden Stellung um das Pistill so viel Aehnlichkeit mit den Staubfäden, daß ich Sprengel unmöglich Beyfall geben kann, wenn er sie für Gemmen hält (a. a. O. S. 221 folg.). Wo giebt es Gemmen von Paraphysen, wo mit einem solchen Blätterkranze umgeben, wo stehen sie

*) *Theoria generationis et fructific. plant. cryptogam.* Petrop. 1784. 4. Lips. 1799. 4.

sie um das Pistill in solchen Haufen? Es ist kein Einwurf, daß der Staub dieser Antheren nicht zum Pistill kommen könne — in manchen liegen doch Antheren und Pistill deutlich zu Tage, — denn sonst dürfte es gar keine Antheren in den Asklepiadeen geben, weil man nicht einseht, wie an einigen der Pollen auf das Pistill kommen kann. Wenn sich auch von der deutlichen Gegenwart des Pistills in jenen Pflanzen nicht bestimmt auf Staubfäden schliessen läßt, so wird doch die Existenz der letzteren dadurch äusserst wahrscheinlich, und die Behauptung, daß jene Körper nur Gemmen sind, gründet sich auf nichts, als eine bloße Hypothese. Auch sehe ich sie an allen Moosen nach der Blüthe verwelkt und eingeschrumpft, oft auch dann in grosser Menge den neuen Schössling umgeben, welcher mit ihnen nichts als den Ort gemein hat.

An den unvollkommenen Pflanzen bemerkt man keine Spur von männlichen Geschlechtstheilen.

§. 5.

Die weiblichen Geschlechtstheile oder *Staubwege* (pistilla) nehmen den mittlern Theil der Blume ein. Sie befinden sich gewöhnlich auf dem Fruchtknoten (germen), stellen einen fadenförmigen Theil dar, den *Griffel* (stylus), welcher die mit Papillen besetzte *Narbe* (stigma) trägt. Nicht so häufig
ste.

stehen die Pistillen geradezu auf dem Blüthenstiele, und haben die Fruchtknoten um sich liegen.

Nie laufen die Gefäßbündel aus dem Blüthenstiele oder der Mitte des Fruchtknotens gerade in das Pistill, sondern aus den äusseren Umhüllungen der Frucht, oder aus den umher liegenden Früchten stossen die Gefäßbündel in dem Pistill zusammen. Daher scheint die Basis des Pistills zuweilen hohl (Lavatera), und eine starke oder zarte Streife von Zellgewebe läuft durch die Mitte des Staubweges. Deutlich ist diese Streife von ausgezeichnet dichter, gelben Zellgewebe in den Cucurbitaceen, und Hedwig hat davon eine genaue Beschreibung gegeben (Samml. sein. Abh. Th. 2). Einen andern Kanal von der Narbe zu den Samen, um sie zu befruchten, giebt es nicht; die Gefäße laufen oft nicht bis zur Narbe, oder sie gehen von derselben in die äussere Frucht den Samen vorbei, und von dort zum Blüthenstiele. Sonst ist der Griffel mit Zellgewebe aus langen, schmalen Zellen umgeben, und selten befinden sich Spaltöffnungen darauf. Zuweilen fehlt er.

Die Narbe (stigma) ist an der Menge der Papillen kenntlich. Auf diesen Papillen bleiben die Körner des Pollen liegen, um die Befruchtung zu bewirken. Daher schwitzt ein klebriger Saft aus dem obern Theile des Pistills, um den Pollen festzuhalten. Zuweilen
len

len ist die Narbe mit Haaren und Spitzen oder einer häutigen Erweiterung geziert (Iris). Wo der Griffel fehlt, deuten die Papillen die Gegenwart der Narbe an; so sieht man sie z. B. in den Orchideen an der Basis der Antheren, in einigen Blumen durch eine grünliche Streife bezeichnet.

Staubfäden und Staubwege sind weiß, oder gefärbt, wie die Blumen, der *Fruchtknoten* ist in der Regel grün, und gewöhnlich mit vielen Spaltöffnungen bedeckt. Er hat zuweilen einen Stiel, der nach dem Verblühen länger hervorwächst und dem Blütenstiele gleicht (Euphorbia). Ein solcher Stiel, aber aus bastartigem Zellgewebe, wie der Stamm geformt, wächst in den Moosen nach der Befruchtung hervor und heisst dort seta. Immer aber ist die Basis des Fruchtknotens (*Fruchtbasis*) (*basicalcium*) sehr ausgezeichnet. Nur zuweilen bemerkt man daran wirkliche Glandeln, oft aber grüne oder gelbe Warzen, einen fleischigen Ring u. dgl. m., welche Theile ich *Fleischgewächse* (*sarcomata*) nennen will, da sie auf keine Weise einen Saft absondern. In einigen Pflanzen, wo der Fruchtknoten unter der Blüthe sich befindet, liegen diese Fleischgewächse auch über dem Fruchtknoten an der Basis des Stiels.

Dicht um dem Fruchtknoten befindet sich zuweilen noch eine Hülle, das *Perigynium* (*perigynium*). Es bildet oft fleischige, aus bloßem Zellgewebe bestehende Blättchen (Gräser),

fer), oder eine Art von Kapsel (*Carex*), oder eine rund umher zerreißende Hülle, wovon der oberste Theil als Mützchen auf der Kapsel sitzen bleibt (*calyptra* der Moose). Von den Perikarpien unterscheidet es sich dadurch, daß es den Griffel durchläßt und ihn nicht trägt; von der Blume, daß es innerhalb der Staubfäden steht (s. Moose z. B. *Bartramia*), oder nach dem Verblühen mit der Frucht wächst und grün bleibt (*Carex*). Es hat immer nur wenig Gefäße und Spaltöffnungen.

Die Fruchtknoten und Griffel sind in der Gattung *Asclepias* und den verwandten Gattungen mit der *Stielsäule* (*stylostegium*) bedeckt. Sie entspringt aus dem Blüthenstiele, umgiebt Fruchtknoten und Griffel ohne daran gewachsen zu seyn, und überdeckt sie oben völlig. Hier aber gehen die Spitzen der Griffel in sie über, ein Holzbündel aus diesen setzt sich in die Stielsäule fort und läuft bis zu der Stelle, wo die Staubbeutel befestigt sind. Uebrigens besteht die ganze Säule aus Parenchym. In den Höhlungen der Säule liegt der gestielte Pollen immer verborgen, und schwitzt dort seine Flüssigkeit aus, für die man keinen deutlichen Weg zu den Samen gewahr wird.

An den Farrnkräutern bemerkt man keine Spur von Pistill, desto deutlicher ist es an den Moosen. Den unvollkommenen Pflanzen scheint es gänzlich zu fehlen.

§. 6.

Dass es ein doppeltes Geschlecht (sexus) der Pflanzen gebe, zweifelt man wohl jetzt nicht mehr. Die Alten kannten schon diese Erscheinung an der Dattelpalme; Theophrast erwähnt ihrer (L. 1. c. 22. L. 2. c. 9), und Plinius macht davon eine dichterische Beschreibung (Hist. L. 13. c. 4), die in neueren Zeiten wiederhohlt und erweitert ist. R. I. Camerer *) hatte die ersten, bestimmteren Begriffe von der Art, wie die Befruchtung geschieht, die aber nicht geglaubt, oder nicht geachtet wurden, bis in späteren Zeiten Linné durch eine Menge von Gründen das Geschlecht der Pflanzen bewies **). Kurz vor ihm hatte Geoffroy diese Function der Blüthe deutlich gelehrt (Mém. de l'Acad. d. Scienc. 1711. p. 210), aber Linné war dazu geboren, Aufmerksamkeit zu erregen. Er fand Widersprecher und Vertheidiger, deren Aufzählung nicht hieher gehört. Aufsehen erregte die künstliche Befruchtung einer Fächerpalme zu Berlin, wozu Gleditsch die männlichen Blüthen aus Dresden kommen liefs ***). Ausser allen Zweifel ist die ganze Lehre durch Kölreuters Bemü-

*) De Sexu plantarum epistola Tubing. 1694. 8. auch bey J. G. Gmelin de novorum vegetabilium post creationem exortu Tub. 1749. 8.

**) Diff. Sponsalia plantarum Amoen. acad. V. 1. und Diff. Sexus plantarum ibid. Vol. 10.

***) Physikalisches - Botanisches - Oekonomisches Abhandlungen 1 Th. S. 94.

mühungen gesetzt *), welcher Bastarde nicht allein erzeugte, sondern auch eine völlige Aehnlichkeit in dem Verhalten dieser Bastarde mit den Bastarden der Thiere darthat. Er sah die Bastarde in der Regel unfruchtbar, nur mit der väterlichen oder mütterlichen Art befruchtet brachten sie Junge hervor, und die Jungen ließen sich durch fortgesetzte Zeugung in eine von diesen beyden Arten zurückführen. Statt aller anderen kann die Art, wie diese Versuche angestellt wurden, zum Beweise dienen, daß in dem Blüthenstaube wirklich der männliche Same enthalten sey, und daß die Narbe diesen Staub auffange und dadurch befruchtet werde.

Was aber auf der Narbe vorgehe, wird von den Beobachtern verschieden angegeben. Linné sah die Körner des Blumenstaubes in Wasser anschwellen und platzen, er vermuthete also, ein Gleiches geschehe auf der Narbe, und ein wenig Nässe werde zur Befruchtung erfordert. Kölreuter hingegen läßt den befruchtenden Saft als ein Oehl ausschwitzen. Ich habe oft die Körner auf den Narben untersucht, welche ihre Function bereits erfüllt und die Narbe befruchtet hatten, aber ich habe nie eine Spur von einer Ritze in ihnen beobachten können. Vielmehr waren sie ganz eingeschrumpft

*) Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen Leipz. 1761. Fortsetzung der V. N. das. 1763. Zweite Fortsetz. das. 1764. Dritte Forts. das. 1766. S. auch Botan. Magaz. St. 6. S. 25.

schrumpft und zeigten die Richtigkeit der Kölreuterschen Behauptung. Es ist doch wohl die harzige Substanz, welche hervordringt und befruchtet. Sie kann aber zu den Samen nicht anders als von Zelle zu Zelle durch das Parenchym in der Mitte des Griffels dringen, und dieser Weg, da sich ihn die Säfte immer bahnen müssen, hat die Schwierigkeiten nicht, welche man vermuthen möchte.

Oft befinden sich männliche und weibliche Geschlechtstheile in einer Zwitterblüthe (fl. hermaphroditus), oft sind die Geschlechter getrennt, und zwar stehen Männchen und Weibchen auf einem Individuum (pl. monoica), oder auf verschiedenen (pl. dioica). Zuweilen ist der ganze Bau der weiblichen Blüthe verschieden von der männlichen (pl. vere dichina), zuweilen mangeln männliche oder weibliche Geschlechtstheile allein. Man findet sogar in manchen männlichen Blüthen in der Mitte einen Theil, welcher ein verstümmelter Fruchtknoten zu seyn scheint (paracarpium), z. B. in den kürbisartigen Pflanzen und Urtica. Auch kommen Zwitterblüthen mit Männchen oder Weibchen gemengt vor (pl. polygama), und zwar so, daß diese Blumen immer ihre bestimmten Stellen haben (pl. distincte polygama), oder daß nur hier und da eine männliche oder weibliche zwischen den Zwitterblüthen vorkommt.

Viele Umstände befördern die Befruchtung der Pflanzen. Die Vallisneria, da sie unter

dem Wasser wächst, läßt die gelösten und getrennten männlichen Blüthen auf die Oberfläche des Wassers fahren, und sendet die weiblichen an dem spiralförmig gedrehten und also leicht verlängerten Stiele in die Höhe. Landpflanzen, unter Wasser getaucht, heben sich zur Befruchtung in die Höhe, wie Nocca bemerkt hat (Usteri's N. Annal. St. 3. S. 57). Doch werden auch Pflanzen unter Wasser befruchtet, z. B. Ceratophyllum, Zosteria); eine begreifliche Begebenheit, wenn man erwägt, daß die befruchtende Flüssigkeit sich nicht mit dem Wasser mischt *). Die Staubfäden drehen sich zum Pistill, sie legen sich in Parnassia dicht auf die Narbe, und zwar, nach Humboldt, in bestimmter Folge (Usteri's bot. Annal. St. 3. S. 3). Umgekehrt drehen sich die Pistille nach den Staubfäden in Epilobium und Nigella. Viele andere Bemerkungen über die Näherungen der Geschlechtstheile hat Desfontaines gemacht **). Reitzt man die innere Seite der Staubfäden an allen Berberisarten, so schlagen sie gegen das Pistill; eine von Smith genau untersuchte (Ph. Tr. Vol. 78. P. 1. p. 158.) Erscheinung. Die Kelchblätter von Parietaria, das Schiffchen in Medicago halten die Geschlechtstheile mechanisch zurück, lassen sie dann plötzlich fahren, und schützen

*) Man braucht also mit Batsch keine Befruchtung durch Resorption des männlichen Samens anzunehmen.

**) Mémoire de l'Acad. d. Scienc. d. Par. 1787. p. 468.

schütteln so den Staub aus. Winde verbreiten denselben ungemein weit, und bedenkt man, daß nach Kölreuter's Versuchen ein Körnchen hinreicht, viele Samen zu befruchten *), so wird man einsehen, wie leicht dadurch Befruchtung möglich ist. Insecten, indem sie den Saft aus den Blüthen saugen, bringen den Staub nicht allein von einer Blüthe auf die andere, sondern befördern auch in einer und derselben Blüthe die Befruchtung, und C. K. Sprengel's Beobachtungen, wenn er gleich die Resultate übertreibt, verdienen die größte Aufmerksamkeit **). Ich habe selbst in diesen letzteren Jahren, wo, vielleicht der kalten Sommer wegen, keine *Tipulae* in den Blüthen der *Aristolochia Clematitis* sich aufhielten, auch keine Früchte an derselben bemerkt. Das Niederhängen des Blüthenstiels vor der Blüthe und Erhebung desselben während derselben scheint keinen Einfluß auf die Befruchtung zu haben; es findet nämlich auch an Syngenesisten Statt, wo die Befruchtung sicher genug vor sich geht.

Es ist wohl ohne Zweifel, daß Gewächse sich ohne Befruchtung fortpflanzen können; die unvollkommenen Gewächse scheinen insgesamt in diesem Falle zu seyn. Viele Pflanzen vermehren sich durch Zwiebeln, Knollen

*) Er fand nämlich, daß ein Körnchen von derselben Art unter fremden Staub gemengt, die Bastarderzeugung verhinderte.

**) Das entdeckte Geheimniß der Natur im Baue und in der Befruchtung der Blumen Berl. 1793.

len und andere Gemmen, ohne der Samen zu bedürfen, wenn sie gleich vorhanden sind, z. B. manche Orchideen. Es können, wie ich schon oben erinnert habe, analoge Theile an einem organischen Körper da seyn, ohne daß sie zu denselben Zwecken tauglich sind; manche Moose können Staubfäden haben, ohne ihrer zur Vermehrung zu bedürfen, da sie durch Gemmen sich hinreichend fortpflanzen. Sollten aber nicht auch die Pflanzen unfruchtet, wenigstens einige Generationen hindurch, keimende Samen, wie die Blattläuse, tragen können? Spallanzani's Versuche scheinen dieses zu beweisen, auch trifft man dergleichen in den älteren gegen das Geschlecht der Pflanzen geschriebenen Schriften an *). Indessen sind mir alle Versuche mißglückt, die ich besonders an *Mercurialis elliptica*, wovon ich nur einen weiblichen Stock besitze, in dieser Hinsicht angestellt habe.

Die *Blüthezeit* (anthesis) ist die Zeit der Befruchtung. Witterung und Gewohnheit bestimmen die Zeit, wo die Blüthen aufbrechen. Daraus entsteht der Blüthen - Kalender für verschiedene Provinzen, wie er von verschiedenen Beobachtern als Linné**), Ferber ***), Bjerkander †) und Römer ††) gelie-

*) *Fisica animale e vegetabile* T. 3. p. 305.

**) *Diff. Calendarium Florae Amoen. ac.* Vol. 4.

***) *Abhandl. d. Schwedisch. Akademie.* 33 B. S. 80.

†) *Neue Abhandl. der Schwed. Akad.* 1 B. S. 722.

††) *Botanisches Magazin* St. 11, S. 6r.

liefert worden ist. Die Blüthen verschliessen sich auch des Nachts, oder stehen nur dann offen (*flores tropici*), oder sie verschliessen sich bey und vor dem Regen (*fl. meteorici*) oder nur zu gewissen Stunden (*fl. aequinoctiales*). Alle diese Verhältnisse hat Linné seiner Aufmerksamkeit besonders gewürdigt.

Lamark ++)) beobachtete während der Blüthe des *Arum italicum* eine beträchtliche Erhitzung in der Blüthenscheide. Man hat diese Wärme zu dichterisch mit dem oestrus veneris der Thiere verglichen. Die Blüthe stinkt sehr heftig. Mir scheint die Entbindung und Zersetzung des Oehls oder gekohlten Wasserstoffgases, welches den Gestank verursacht, an der Luft, allein der Grund jener Erscheinung zu seyn.

So wie das Blatt vieler Pflanzen abfällt, wenn die Gemme anfängt sich zu entwickeln, so zieht auch die Richtung des Triebes nach dem jungen Samen sogleich eine große Veränderung in der Blüthe nach sich. Die Narbe von einigen (*Viola tricolor*) verwelkt sogleich, wie schon Linné bemerkte. Die Staubbeutel verschrumpfen, die Blumenblätter verlieren ihre Fähigkeit sich zu den bestimmten Zeiten zu öffnen und zu schliessen, sie verwelken, und fallen, wenn die Zellen an der Basis ihre eigene Form haben, bald ab.

++) S. *Encyclopéd. p. ordre d. matières Botanique*, T. I. Art. *Aron d'Italie*,

ab. Der Kelch leidet ebenfalls, er schrumpft ein und verwelkt später oder früher. In einigen Fällen zieht die Entwicklung der Blumenblätter schon das Abfallen des Kelches und die Entwicklung der Staubfäden schon das Abfallen der Blume nach sich.

§. 7.

Die Entstehung und Bildung der Blüthe erlaubt viele Monstrositäten. Mangel an Nahrung, Kälte und ähnliche Hindernisse verursachen einen Mangel der ganzen Blume, oder einzelner Blumenblätter oder einzelner Staubfäden. Ueberfluß an Nahrung und andere Begünstigungen hingegen vermehren die Zahl der Theile in einem Wirtel nicht allein, sondern auch die Wirtel selbst, wie in den doppelten und gefüllten Blumen (fl. multiplicati), und dann pflegen auch hier nach der allgemeinen Regel die innersten Theile sich zusammen zu ziehen und schmal zu werden. Eben diese Ursachen bringen eine grössere Entwicklung hervor, die Staubfäden verlieren ihre Zusammenziehung und werden den Blumenblättern ähnlich, so auch die Mitteldinge zwischen Blume und Staubfäden; der Kelch und die Blume sogar gehen in die ursprüngliche Blattform zurück. Die Vergrößerung eines Theils äussert ihre Folgen auf die übrigen, die Vergrößerung der Blumen in *Hortensia japonica* und *Viburnum Opulus* hat die Staubfäden und Staubwege gleichsam absorbirt; das Strahlenblümchen

chen der Syngenesisten hat durch die Verlängerung an einer Seite die röhrlige Form verloren. Alle zu einer höhern Form übergegangene Blumen, die zweylippigen und schmetterlingsförmigen widerstehen der Veränderung mehr als andere, die einfachen, von Natur nicht einmal ganz ausgebildeten Blumen der Tetradynamisten u. s. w. verstatten solche am leichtesten. Oft kommt eine Blüthe aus einer andern und sogar ein Ast aus einer Blüthe heraus. Nach meinen Bemerkungen ist es immer nur ein Staubfaden (Rosa) oder ein Blümchen (Helianthus), welche in den Ast übergegangen sind *).

*) Die Schriftsteller und Nachrichten von diesen Monstrositäten findet man gesammelt in Catalog. Bibl. Banks. T. III.

Sechstes Kapitel.

Von der Frucht und dem Samen.

§. 1.

Es ist bequemer, von dem Samen anzufangen und so stufenweise zu seinen mannichfaltigen Hüllen überzugehen, als von den letztern zum Samen. Der *Same* (semen) ist das Ey der Pflanze; er enthält den Embryo, woraus sich die künftige Pflanze entwickelt.

Die Stelle am Samen, wo er mit der Mutter in Verbindung steht, heisst der *Nabel* (umbilicus). Er ist durch denselben in der Fruchtbedeckung unmittelbar festgewachsen, oder mittelbar an einer Schnur, der *Nabelschnur* (funiculus umbilicatis) befestigt. Neben dieser Stelle hat Turpin noch eine andere entdeckt, wodurch ebenfalls eine Verbindung mit der Mutter unterhalten wird, die Mikropyle, und T. glaubt, sie diene zur Einlassung der befruchtenden Feuchtigkeit (Ann.

(Ann. d. Mus. T. 7. p. 199). Er geht nämlich von dem Satze aus, daß die Gefäße, welche den Nahrungsaft zuführen, unmöglich auch die befruchtende Flüssigkeit fortleiten können. Bey einer genaueren Untersuchung der Nabelschnur und des Griffels würde diese Schwierigkeit verschwunden seyn. Die Nabelschnur besteht gewöhnlich aus zwey Holzbündeln, welche an den Seiten fortlaufen und Parenchym in der Mitte einfassen. Sehr deutlich ist dieser Bau an *Isatis tinctoria*, wo die dicke Nabelschnur den Namen einer Schnur nicht mehr verdient, aber man sieht auch die doppelten Eindrücke der Holzbündel in den Gräsern deutlich, und eben so ist jene Bildung in den Leguminosis und vielen andern nicht zu verkennen. Nun wissen wir aber, daß die befruchtende Feuchtigkeit aus der Narbe von Zelle zu Zelle übergeht, der Nahrungsaft hingegen durch die Gefäße geführt wird; es ist also keine Schwierigkeit vorhanden, beydes durch den Nabel in den Samen gelangen zu lassen. Jene Mikropyle kann ich doch auch an vielen Samen nicht erkennen, und oft scheint dahin ein Holzbündel zu gehen. Uebrigens ist der Nabel mit manchen Anfätzen umgeben, welche man in Gärtner's Werke *) verzeichnet findet.

Die *äußere Haut* des Samens (testa Gärtner.) hängt am Nabel mit dem Samen zusammen,

*) Jos. Gärtner de fructibus et seminibus plantarum Stuttg. 1788. 4.

men, ist aber sonst davon getrennt. Bey der Reife färbt sie sich, und beym Keimen wird sie abgeworfen. Sie bildet oft zwey Schichten, die sich leicht von einander trennen lassen. Sie besteht ganz aus Parenchym, meistens von kleinen, runden Zellen, oft von zusammengesetztem, auch zierlich wechselndem Gewebe. Nur selten sah ich Gefäßbündel darin, doch aber in *Cynoglossum officinale*, *Prunus domestica* und anderen. Sie ist zuweilen mit wahren Haaren, mit einem Schopf (*coma*) bedeckt, oft hat sie Erhöhungen und Fortsätze aus Parenchym gebildet. Im jüngern, unreifern Zustande, wo sie noch eine weiße Farbe hat, wird sie zuweilen durch die bloße Berührung der Luft gefärbt, welches auch ohne diese bey der Reife Statt findet.

Unter ihr befindet sich oft noch eine *innere Haut* (*membrana interna*), welche den Kern des Samens zunächst umgiebt, zuweilen aber nimmt die innere Schicht der *testa* ihre Stelle ein. Nie habe ich in ihr Spiralgefäße angetroffen; die Zellen des Parenchyms sind oft mit einer etwas gefärbten, sogar grünen Materie gefüllt (*Triticum*). Beym Keimen wird auch diese Membran abgeworfen. An ihr befindet sich der innere Nabel; zuweilen läuft die Nabelschnur zwischen der *testa* und der innern Haut fort, so daß der innere Nabel dem äußern nicht entspricht.

§. 2.

Unter den Häuten liegt nun entweder der bloße Embryo mit seinen Theilen, oder eine andere fleischige, mit ihm nur leicht verbundene Masse, umgiebt ihn ganz, oder befindet sich ihm zur Seite. Jussieu nennt diesen Theil *perispermium*, Gärtner sehr passend *albumen*. Seine Form, Lage und Grösse ist ungemein verschieden, wie man bey Gärtner finden kann. Das ganze Albumen besteht aus Parenchym, und zwar aus ziemlich grossen Zellen, welche mit Körnern von Stärkmehl, Schleim, einer körnigen Masse, oder bloßen Säften gefüllt sind. Beym Keimen schwindet das Albumen, das Stärkmehl in ihm löst sich auf, und reicht dem jungen Embryo die erste Nahrung. Es schliesst den Embryo entweder umher ein, oder nur von einer Seite, und dann krümmt sich derselbe oft in seinem Umfange, und schliesst es wiederum ein.

An der künftigen Pflanze, oder dem *Embryo*, ist bey den vollkommenen Gewächsen bereits der künftige Stock deutlich zu sehen, und macht den konischen Theil aus, welchen wir *Würzelchen* (*radicula*, *rostillum*) zu nennen pflegen. Der spitze Theil ist der untere, woraus die künftige Wurzel entspringt. Nach oben ist er nur selten sehr verlängert; man pflegt diese Verlängerung *Schaft* (*scapus*) zu nennen. Zuweilen findet sich auch dort schon eine Gemme, das *Federchen* (*plumula*) vor-

vorgezeichnet. Aus den Seiten des Embryo entspringen oft die beyden *Samenlappen* oder *Kernstücke* (cotyledones), die nachher sich entwickeln und die *Samenblätter* darstellen. Der untere konische Theil, oder das Würzelchen fehlt nur selten, aber doch in der *Trapa natans*.

Er kehrt die Spitze entweder gegen den äufsern Nabel (e. erectus), oder ganz von ihm ab (inversus), oder der Nabel trifft auf ihn seitwärts. Zuweilen ist noch ein, dem Albumen völlig ähnlicher Theil, aber genauer, als jenes mit dem Embryo verbunden, und faßt ihn entweder ganz ein (Gräser), oder ist an seiner Spitze angewachsen (Zosteria) u. s. w. Gärtner nennt ihn *Dotter* (vitellus).

Mit Unrecht hält man das Würzelchen für die künftige wirkliche Wurzel, es ist nur der nach unten wachsende Stock. Man betrachte die gröfseren Samen der Pflanzen, z. B. von Weizen, Kürbis, Bohnen genau, indem sie keimen, und man wird sehen, wie aus jenem Körper (im Weizen ist er dreyfach getheilt) die wahren Wurzeln viel dünner und zarter hervorkommen *). Auch die Anatomie bestätigt dieses. Fig. 75 stellt den Längsschnitt eines Würzelchens aus der Bohne (*Vicia Faba*) vor.

*) Wenn ich oben Kap. 1. §. 1. die Richtung der Wurzeln nach diesem Würzelchen beurtheilte, so war nur von dem Wachsen nach unten allein die Rede.

vor. Das Parenchym im Umfange a und in der Mitte b ist kenntlich genug; jenes macht die künftige Rinde, dieses das künftige Mark aus, welches man in der Wurzel dieser Pflanze nie bemerkt. Die Zwischenräume des Zellgewebes sind dick und breit, wahrscheinlich von den unentwickelten Zellen in diesen Räumen. Man bemerkt nur an der Stelle des künftigen Holzes den Bast; die Spiralgefäße sind entweder noch zu fein, oder gar nicht vorhanden. Die Cotyledonen dieser Pflanzen bestehen aus Parenchym, Fig. 76. a, mit groben Körnern von Stärkmehl b, und in diesem Parenchym laufen die künftigen Nerven umher, aus Bast c und schon sichtbaren Spiralgefäßen d, die aber so zart sind, daß ich sie nicht habe vorstellen können. Diese Verbreitung des Bastes mit Gefäßen hat schon Grew gut abgebildet. Wenn das Würzelchen sich im Keimen verlängert hat, so bemerkt man noch deutlicher den Bau des Stammes und den Unterschied von der Wurzel *), auch werden dann die Spiralgefäße bald sichtbar. Wir lernen hieraus, daß der künftige Stock der Pflanze von einem Centrum nach oben und nach unten sich verlängert, wir lernen ferner, daß zuerst Parenchym sich ausbildet, dann der Bast, und endlich die Gefäße sich entwickeln.

In den Farrnkräutern und Moosen sieht man nur einen dunkeln Punct, welcher den künft-

*) Man sehe auch die Abbildungen von keimenden Weizenkörnern b, Malpighi Opp. T. 2. Tab. 5.

künftigen Embryo vorstellt. Die Samen der unvollkommenen Pflanzen sind ganz durchsichtige Körner.

§. 3.

Die Entwicklung des Embryo im Samen hat Malpighi (Opp. T. 1. p. 57 folg.) mit vielen Beyspielen erläutert. Man ist ihm darin nur zu sehr gefolgt, und selbst Gärtner hat zu allgemeine Schlüsse daraus gezogen. Die ganze Erscheinung geht in verschiedenen Pflanzen auf eine verschiedene Weise vor sich. Ist ein Albumen vorhanden, so wird man dieses schon im frühesten Zustande gewahr, es scheint den ganzen Kern des Samens einzunehmen. Doch entdeckt man bald auch die Spuren von den Cotyledonen, oder dem äußern Umfange des Embryo, und es bleibt nur in der Mitte, da, wo die Grundlage des Embryo seyn sollte, eine Höhlung übrig. Eine scharfe Vergrößerung zeigt, daß hier keine Höhlung sey, sondern nur ein lockeres, zartes, grobsezelliges Parenchym. Mit der Zeit wachsen die Holzbündel nach, das Parenchym wird verdrängt, und in der Mitte als Mark eingeschlossen, oder wenigstens mehr eingeschränkt, ungefähr, wie dieses beym Anwachsen des Holzes im Stamme überhaupt geschieht. Man sieht dieses deutlich an den Tithymaleis, den Ranunculaceis und anderen. Wenn das Albumen fehlt, so nehmen oft die Cotyledonen dessen Stelle ein, zeigen sich schon früh, und lassen da, wo die Grundlage des Embryo ist, die vorige Höhlung. Lupinus
nus

nus varius giebt hiervon ein Beyspiel. Wo aber das Albumen fehlt, oder dünne ist, sieht man den ganzen Kern des Samens statt des Albumens mit einer Flüssigkeit angefüllt, in der sich dann der Embryo zuerst mit den Cotyledonen, nachher mit der ganzen Grundlage entwickelt, z. B. in den Labiatis, Cucurbitaceis, vielen Leguminosis. Die Flüssigkeit (liquor amnios von Malpighi genannt) wird nach und nach verzehrt und der Embryo füllt den ganzen Kern an. Doch wird auch das Albumen zuweilen schon vor der Reife von dem Embryo zum Theil verzehrt; es umgiebt in früherem Zustande den Embryo in den Malven ganz, nachher nur von einer Seite. Ein besonderer sacculus colliquamenti, wie ihn Malpighi angiebt, ist nicht vorhanden. Ueberhaupt sind alle Theile des Samens schon oft vor der Befruchtung deutlich zugegen, auch die Flüssigkeit, und man wird keine auffallende Veränderung nach derselben gewahr.

§. 4.

Alles was den Samen für sich, oder mehrere zugleich, ausserhalb der testa einschliesst, gehört zur *Fruchtdecke* oder pericarpium. In zweifelhaften Fällen unterscheidet man es von den zufälligen Decken der Blüthe, dadurch, dass entweder das Pistill darauf steht, oder Gefäßbündel aus ihm sogleich zum Pistill laufen. Jung bilden die Perikarprien den Fruchtknoten, haben dann eine grüne Farbe, und

und viele Spaltöffnungen, welche sich aber gegen die Reife verlieren.

Das Perikarpium schließt oft nur einen Samen, und zwar so ein, daß er dessen Höhlung ganz ausfüllt. Gewöhnlich besteht es dann nur aus einem Stücke, ohne Spur von Fugen. Ich würde eine solche Fruchthülle allgemein *perispermium* zu nennen vorschlagen. Ist es mit der *testa* genau verwachsen, so nennt es Richard *caryopsis* (*Labiatae*), ist es zwar angewachsen, läßt sich aber doch noch trennen, so heißt es bey ihm *acena*, trennbar bildet es eine Nuss oder Kapsel. Zuweilen aber, und fast immer, wenn es mehr Samen einschließt, zeigt das Perikarpium Fugen; man sieht, es hat sich ein Blattwirtel um die Samen gelegt, aber zusammengezogen und aufs innigste verwachsen. Ich würde ein solches gefugtes Perikarpium ein eigentliches nennen. Längs diesen Fugen laufen meistens die Gefäßbündel, deren Vertheilung übrigens äußerst mannichfaltig ist, nur zeigen sie sich nie so sehr auf der äußern Fläche und bilden Nerven, wie am Kelche. Oft bemerkt man äußerlich die Fugen nicht, weil eine fleischige Decke sie entstellt, aber an dem innern Kerne sind sie deutlich zu sehen, z. B. den Kirschen, Pflaumen.

Die Oberfläche der Fruchthülle ist nicht selten mit Haaren, Erhöhungen und Fortsätzen mancher Art bedeckt, fast immer aus Parenchym, doch erscheint die steife Spitze zu-

zuweilen einfach und durchsichtig. Ueberhaupt besteht die äusserste Schicht in der Regel aus Parenchym, dessen Zellen in verschiedenen Pflanzen eine grosse Mannichfaltigkeit zeigen; die Holzbündel vertheilen sich mehr im Innern. Auch die härteste Schale der Nuss besteht aus Parenchym, welches seine Festigkeit nur von der darin erhärteten Masse bekommt. In der harten Schale der Kernfrüchte, z. B. der Pflaumen, findet man ebenfalls grosse, von jener erhärtenden Materie gleichsam strotzende Zellen, und äusserlich gegen das Fleisch umgeben sie eine Menge Spiralgefässe, die in der Nähe derselben verdreht und gleichsam hier und da gepulst scheinen. Schon in der Jugend ist bekanntlich einige Härte vorhanden, nachher vermehrt sie sich aber immerfort.

Oft ist die Fruchtdecke inwendig in *Fächer* (loculamenta) durch *Scheidewände* (Dissepimenta) getheilt. Diese Scheidewände bestehen inwendig aus lockerm Parenchym auf beiden Seiten von einer pergamentartigen Haut eingeschlossen, die sehr oft auch das ganze Perikarpium inwendig auskleidet. Die Zellenbildung ist hier sehr sonderbar. Lange, schmale Zellen liegen parallel und kreuzen sich zuweilen in sehr bestimmten Richtungen, wie ein Stückchen dieser Membran aus der Kapsel von *Antirrhinum majus* lehrt Fig. 74.

Innerhalb dieser Fächer liegt hin und wieder noch ein fleischiges (z. B. in den Ta-

marinden) oder schwammiges Parenchym (Euphorbia); oder ein zartes, lockeres Häutchen aus grossen Zellen, mit Haaren, und Spaltöffnungen, was sehr auffallend ist, besetzt, überzieht die innere Schale in einigen Leguminosis z. B. den Erbsen.

Der *Samenträger* (sporophoron) ist un-
gemein verschieden. Zuweilen bildet er in
der Mitte eine grosse aus Parenchym bestehen-
de mit Spiralgefässen durchzogene Säule, oder
die Samen sitzen an der Nabelschnur auf dem
Boden der Frucht, oder auch ohne sie auf
dem Boden fest auf. Zuweilen trennt er sich
in mehrere Stränge, welche zwar durch die
Frucht gehen, aber in der Mitte einen Zwi-
schenraum lassen (pomum). Zuweilen läuft
der Träger als eine starke Nabelschnur zwi-
schen den Fugen der Frucht durch und befe-
stigt auf beiden Seiten des Perikarpiums die
Samen (siliqua). Zuweilen läuft er an den
Rändern der Fuge, und hat nur an einer Sei-
te der Frucht die Samen, und zwar an der
innern convexen (Ranunculaceae) oder äussern
concaven (Leguminosae). Oder er vertheilt
sich überall in den Wänden der Frucht (Cu-
curbitaceae). Endlich läuft er auch wohl an
den Seiten hin und knüpft an die Spitze der
Frucht den Samen. Mehrere Verschiedenhei-
ten findet man in Gärtners Werke.

§. 5.

Bey der Reife färbt sich zuerst die testa der Samen, welche vorher weiß oder grün war, die Nabelschnur, oder was deren Stelle einnimmt, löst sich, die Fruchthülle verwelkt und zieht sich zusammen, oder springt an mehreren Stellen auf, oder wird auch weich und saftig. Ja die Veränderung erstreckt sich zuweilen sogar bis auf die Blüthentheile, welche saftig oder hart werden, und falsche Perikarprien bilden.

Es scheint wirklich, als ob die Anfüllung mit Säften, und der erschwerte Rückfluß derselben die Reife des Samens veranlasse. Die Größe der Frucht sowohl als des Samens ist auffallend in Vergleichung mit den Theilen, welche sie tragen. Der Trieb geht immer dahin, die Säfte häufen sich so sehr, daß die Frucht nicht im Stande ist mehr aufzunehmen, besonders da das geringe Parenchym in den Stielen nicht genug zurückzuführen vermag; die Gefäße verlieren also die Thätigkeit und schrumpfen ein. Von den Gefäßen der Nabelschnur und des Fruchts Stiels fängt auch die Verderbung an. In der testa verdichten sich die Säfte, machen sie fester und bringen eine Färbung hervor, welche die Luft vor der Reife ebenfalls verursacht. Jenes Stocken ist wohl überhaupt mit einer totalen Oxydation verbunden, die herben harzig-grünen Materien, wenn sie in solcher Menge vorhanden sind, daß sie nicht leicht

austrocknen, werden dadurch süß oder sauer, selbst beym Austrocknen werden sie gelb, da ohne Oxydation der trocknende grüne Theil grün bleibt. Es bekommen auch die, in weichen Beeren eingeschlossenen vor der äußern und auch vor der innern in den Höhlungen sich sammelnden Luft bewahrten Samen, nie eine sehr dunkle oder schwarze Farbe.

Das Aufspringen der Samenbehälter rührt von der Zellenbildung her. Da, wo die Trennung geschehen soll, sind die Zellen schmaler, als an den andern Stellen, und ihre Axe liegt in der Richtung des Risses. Ich habe die Zellen der Kapsel von *Anagallis coerulea* da, wo sie aufspringt, Fig. 73 vorgestellt. Eben so finde ich lange schmale Zellen immer an den Fugen, wo Samen oder Klappen sich lösen, z. B. an den Samen der Umbellpflanzen, der Storchschnäbel und vieler anderer. Wo die Blätter sich von dem Stamme, wo die Blumen sich von dem Stiele trennen, wird man diese Regel bestätigt finden. Wenn die Klappen sich drehen, zurückschlagen, oder ähnliche Formen beym Trocknen annehmen, sieht man die langen Zellen in verschiedenen Richtungen über einander wie F. 74 liegen, und jene Verdrehung rührt von einer Zusammenziehung nach diesen verschiedenen Richtungen her. Zellen nämlich, deren Wände näher zusammen, durch weniger Saft von einander entfernt sind, werden auch beym Austrocknen schneller zusammen fallen, als

als die übrigen, und eine Trennung veranlassen.

Tournefort kannte schon sehr gut die mannichfaltige Richtung der Zellen, wodurch jene Bewegungen verursacht werden (*Memoir. de l'Acad. d. sc. à Par.* 1692. p. 161. 1693. p. 152) und seine Abhandlung ist noch für die jetzigen Zeiten sehr interessant. Nur hielt er diese langen Zellen für Muskelfasern, und glaubte irrig, die Zusammenziehung und also der Riss geschehe senkrecht auf die Zellen, und nicht, wie wir eben dargethan haben, nach der Länge derselben. Auch vermengt er die Bewegungen, welche noch an den grünen Samenbehältern vorgehen, mit denen, welche ihren Ursprung bloß dem Austrocknen verdanken, und von diesen ist hier bloß die Rede.

Wenn der Trieb von den Samen abgeleitet wird, so leiden sie dadurch. Dieses geschieht durch die zu saftigen Samenbehälter unserer essbaren Früchte, und durch den Rückfluß nach den untern Theilen überhaupt. Daher befördern Einschnitte in die Rinde die Reife der Samen, wie wir oben gesehen haben, ferner die Einbrechung des Schaftes und die Zerstörung der Zwiebel, wie Medikus lehrt (*Usteri's Magaz. St. 11. S. 60*). Der Reitz eines fremden Körpers, z. B. ein Insectenstich, wodurch der Fluß der Säfte nach der Frucht geleitet wird, befördert ihre GröÙe und Reife.
Daß

Dafs so allein die Caprification auf die Feigen wirke, habe ich in meiner Reisebeschreibung durch Portugal gezeigt.

Die Samen sind die Gemmen, welche der in der Blume anticipirte Zweig trägt, aber gehäuft und weniger bestimmt, als die eigentlichen Gemmen. Auch pflanzen sie nur die Art, nicht wie Gemmen, das Individuum fort.

§. 6.

Das Keimen der Samen geschieht zuerst vermittelt der Feuchtigkeit; trockne Samen keimen nie und in bloßem auch gekochtem Wasser vermögen Samen zu keimen, wenn nur die Luft freyen Zutritt hat. Ueberall, nicht bloß, durch den Nabel saugt die testa die Feuchtigkeit ein und erweckt dadurch die schlafende Vegetation, denn Senebier sah Samen keimen, deren Nabel verklebt war (Ph. veg. 3 S. 365). In der Regel wird erfordert, dafs der Same reif, der Embryo gehörig befruchtet und ausgebildet sey, doch bemerkte Senebier (a. a. O. S. 576) das Keimen auch an grünen, unreifen Erbsen. Durch eine Menge von Versuchen ist die nothwendige Gegenwart des Sauerstoffgases zum Keimen und die Entstehung von Kohlensäure, während desselben ausser allen Zweifel gesetzt. Vorzüglich merkwürdig sind hierüber die Ver-
su-

fuche von Saussure *) Senebier **), Le Febure ***) Careadori †), und Fourcroy ††). Sie lehren uns, dass Kohlenäure, Wasserstoffgas, Stickgas zwar die Keime nicht tödten, aber doch ihre Entwicklung verhindern, dass ein gewisser Antheil von Sauerstoffgas durchaus nöthig sey, dass dieses beym Keimen vermindert und daraus Kohlenäure erzeugt werde. Ich habe Versuche dieser Art mit Rockenkörnern angestellt, ich habe sie mit gekochtem Wasser in Sauerstoffgas, gemeine Luft, Kohlenäure, Wasserstoffgas gebracht, und die Flaschen mit Quecksilber gesperrt. Sie keimten in den ersten beiden Gasarten sehr bald und fast zu gleicher Zeit, aber die Pflanze wuchs in beiden nicht weit und erstarb bald; in den letztern Gasarten schwoll zwar der Embryo an, aber entwickelte sich gar nicht. Kohlenäure bildete sich allerdings aus dem Sauerstoffgase. Saussure hat genau gezeigt, dass nur so viel Sauerstoff verbraucht wird, als nö-

*) Recherches chimiques sur la végétation p. Th. d. Saussure l'an XII (1804). p. 1 seq.

**) Phys. veget. 3. p. 308. Memoire sur l'influence de l'air et de diverses substances gazeuses dans la germination par F. Huber et I. Senebier Genev. l'an IX.

***) Essai sur la germination des plantes p. E. A. Lefebure à. l'an 17.

†) Scherers Journ. B. 9. S. 635.

††) Annal. du Museum T. 7. p. 14.

nöthig war, Kohlensäure zu bilden *). Die Erbsen scheinen nach Senebier's Versuchen das Wasser selbst zu zersetzen (Ph. veg. 3. S. 388) und daher unter der Luftpumpe, unter Oehl, in Wasserstoffgas und Kohlensäure zu keimen. Doch sind Saussure's Versuche dagegen (Recherch. s. l. veget. p. 3).

Humboldt hat zuerst die Wirkung des Sauerstoffgases als Reizmittel auf die Samen entdeckt und bemerkt, daß Samen in oxydirter Salzsäure früher keimen (Aphorismen S. 60) und so in manchen Metalloxyden. Doch keimten nach Lefebures Versuchen die Samen in Queksilberoxyden nicht, auch nicht in Alkohol, Ammonium u. s. w. Mir keimte Kohlsamen in Schwefelblumen mit destillirtem Wasser begossen an der Luft schnell, viel schneller als in gepulvertem Kalkspat. Der Schwefel ist allerdings als im ersten Grade der Oxydation anzusehen. In Salpeter - Schwefel - und andern Säuren keimen die Samen nicht früher (Saussure a. a. O. S. 4), in Metalloxyden ohne Luft gar nicht.

Ich habe nicht bemerkt, so wenig als Saussure, daß Samen im Dunkeln früher keimen als im Lichte, wie Senebier will (Ph. veg. 3. S. 396), obgleich zu starkes Sonnenlicht ihnen allerdings schadet. Daß Wärme das Keimen befördert, darf wohl nicht erinnert werden. Die

*) Scherers Allgem. Journ. d. Chemie, B. 4. S. 73.

Die Electricität auch in der voltaischen Säule scheint nicht sehr darauf zu wirken, worüber man Rafn (Pflanzen-Phys. S. 146) nachlesen kann, so wie auch die Versuche von Klotz *) keine besondere Beförderung des Keimens durch den Galvanismus zeigten.

Die Zeit, in welcher die Samen keimen, ist sehr verschieden, von der Hirse, welche nach 24 Stunden keimt, bis zu den Rosen, welche zwey Jahre liegen. Ueberhaupt keimen die Gräser ziemlich schnell, auch die Cruciferae, Leguminosae und Syngenesisten, langsam die Umbellenpflanzen. Je älter die Samen werden, desto später keimen sie, wie mich die Erfahrung mit dem Samen der Cisten, die ich in Menge aus ihrem Vaterlande brachte und jährlich säete, deutlich gelehrt hat. Ohne Zweifel trocknen alte Samen zu sehr aus. Daher lieben auch die Gärtner von manchen Pflanzen die älteren Samen, weil diese nicht so leicht in der Erde faulen. Das Austrocknen tödtet aber die Samen am Ende, und sie halten sich sehr lange, wenn man sie nur davor, so wie auf der andern Seite vor dem Faulen und Ranzigwerden in Acht nimmt. Man hat Beyspiele, daß wohlverwahrte Rocken- und Weizenkörner nach 140 Jahren noch keimten.

Beym Keimen wird durch eine Oxydation von besonderer Art das Stärkmehl in
Zu-

*) Voigts Magaz. f. d. neuest. Zustand der Naturk. B. 9. S. 495.

Zucker verwandelt. Es ist nicht sowohl eine Verbindung mit dem Sauerstoffe, als eine dadurch verursachte Veränderung in den Verbindungen der Bestandtheile.

Viele Pflanzen treiben die beyden Cotyledonen als Samenblätter hervor, nur in einigen seltenen Fällen bleiben sie in der Erde verborgen. Man hat diese Pflanzen dicotyledones genannt, und eine natürliche Haupttheilung der Gewächse davon hergenommen. Immer verwelken die Samenblätter, wenn die Pflanze ihre gehörige Grösse erreicht hat. Die einzige Gattung *Pinus* hat mehr, als zwey wahre Cotyledonen. Andere Pflanzen treiben geradezu ihre Blätter aus dem Embryo hervor, keines dient zur Vorbereitung der künftigen oder welkt, wenn jene ihren vollkommenen Zustand erhalten haben, auch liegt kein solches Blatt früh im Embryo vorgezeichnet, oder bildet sich eher, als dieser, selbst aus. Sie haben gar keine Cotyledonen. Mit Unrecht rechnete man die Gräser, die meisten Liliaceen und andere zu den Monocotyledonen, weil sie mit einem Blatte keimen, da sie doch keine Spur von eigentlichen Cotyledonen zeigen, und jenes Blatt noch überdies von einer Scheide umschlossen wird. Aber sonderbar ist es, daß manche dieser sogenannten Monocotyledonen einen Stamm als Vorläufer der künftigen Pflanzen schicken, welcher verwelkt und aus dessen nachher erzeugter Zwiebel die Pflanze emporkeimt, wie schon Gärtner bemerkt und St. Hilaire an mehreren

reren beobachtet und dargestellt hat *). Das Albumen und der Dotter in den Monocotyledonen, welche einige Schriftsteller mit den Samenlappen vergleichen, haben damit keine Analogie; die Cotyledonen sind so völlig Blätter, daß sie im Keime schon die Spaltöffnungen zeigen. Die Cotyledonen fehlen Cuscuta, Cactus und anderen, weil ihnen die Blätter fehlen. Kurz die Eintheilung der Pflanzen nach den Cotyledonen kann nicht beybehalten werden, wenn man sie nicht auf andere Kennzeichen zugleich stützt.

Die Samenlappen dienen unstreitig zur Ernährung der jungen Pflanze, doch sind sie nicht in dem Grade nothwendig, daß ohne sie die Pflanze durchaus nicht keimen könnte. Zu früh abgeschnittene Cotyledonen schaden nach Senebier sehr, nicht so, wenn sie später abgeschnitten wurden (Ph. veg. 3. S. 241). Die Commissarien, welche Voigts Versuche prüften, sahen Embryonen mit abgeschnittenen Samenlappen keimen, doch nachher verwelken **). Auch das Würzelchen kann ohne Schaden, nach denselben Versuchen gespalten, und wenn die Pflanze schon gekeimt hat, abgeschnitten werden. Wird die plumula abgeschnitten, so wächst eine andere dafür (Senebier a. a. O. S. 257). Schon im Samen ist alles so eingerichtet, daß ein Theil den andern ersetzen kann.

§. 7.

*) Exposition d. familles naturelles et de la germination d. plantes p. Jaume St. Hilaire Par. 1805. T. 1.

***) Voigts Magaz. f. d. neuest. Zustand d. Naturk. B. 7. S. 201.

§. 7.

Die Farrnkräuter haben Samenbehälter, welche gestielt und haufenweise unter der Oberhaut der Blätter hervorbrechen. Sie sind mit einem Ringe umgeben, und dieser besteht wiederum aus Querringen, die abwechselnd ein groß und kleinzelliges Parenchym zeigen. Die letzteren Zellen ziehen sich beym Austrocknen schneller zusammen, der ganze Ring erleidet dadurch eine Verkürzung, er reißt, und verbreitet den Riss in die zarten Kapselwände. Auch an den Kapseln ohne Ring findet sich ein ähnlicher Bau von abwechselnd groß und kleinzelligem Zellgewebe, wodurch das Zerreißen der Kapseln hervorgebracht wird. Der Embryo im Samen erscheint als ein dunkler Punct, beym Keimen sah Linckstay nur ein Samenblatt, Sprengel zwey, (Anl. Th. 3. S. 60 folg.).

Die Laubmoose und Lebermoose haben eine zwar aus bloßem Zellgewebe, aber sonst deutlich geformte Kapsel. Im Samen zeigt sich der Embryo auch hier nur als ein dunkler Punct. Die übrigen Verschiedenheiten gehören nicht hieher. Beym Keimen wollte Hedwig confervenartige Cotyledonen bemerkt haben, Sprengel hält sie wahrscheinlicher für wirkliche Conferven (a. a. O. S. 252). Mir scheint es, als ob die Moose ohne Cotyledonen, wie die so genannten Monocotyledonen keimen.

Ueber

Ueber die Früchte der unvollkommenen Pflanzen habe ich in Schraders Journal ausführlich gehandelt. Man kann folgende Abtheilungen festsetzen. 1) Die Samen finden sich in langen Zellen der Samenbehälter neben einander gereiht, und zwar a) nach aussen gekehrt. Die meisten Lichenen, *Fucus*, *Agaricus*, *Peziza* u. a. m. gehören hieher; oder b) nach innen gekehrt, wie *Sphaeria*, *Endocarpon*. 2) Die Samen sind klein, nicht gereiht und liegen in runden, länglichen, eckigen Zellen der Samenbehälter, *Thelotrema*, *Chondrus* (*Fuci species*), einige neue Pilzgattungen. 3) Die Samen liegen gehäuft und frey in den Samenbehältern, *Lycoperdon* u. s. w. 4) Die Samen liegen frey auf einem haarigen Gewebe, *Fuligo*, *Botrytis*. 5) Samenbehälter mit zweifelhaften Namen, *Ectosperma*, *Caparium*, *Hydrogera* u. s. w. 6) Keine Samenbehälter, statt des Samens Keimpulver, *Polysperma*. 7) Bloße Samen oder Samenbehälter mit unsichtbarem Samen, *Uredo*. Man hat indessen noch nie das Keimen eines Samens der unvollkommenen Pflanzen beobachtet.

Die Art, wie die unvollkommenen Pflanzen hervorwachsen, ist sehr verschieden. 1) Sie entspringen aus einer flachen ungeformten Masse (*Wurzelstock*, *rhizoma*); ein Stamm schießt daraus hervor und aus diesem Aeste; jeder Ast ist in der Jugend nach allen Theilen vorgezeichnet, *Fucus*. 2) Sie wachsen, wie die vorigen, durch Verästelung, aber der Wurzelstock ist unmerkbar. Viele *Conferven*. 3) Sie

Sie wachsen aus einer bläschenartigen Masse ohne Verästelung; die entstandenen Theile fügen sich an einander. Die Lichenen. Auch von den blattartigen entspringt zuerst nur ein Blättchen, und wächst nachher im Umfange herum. 4) Sie entspringen aus Bläschen, als ein in der Jugend vorgezeichneter Stamm. (*Oscillatoria parietina*). 5) Sie entspringen aus einem flockigen Gewebe; ausser diesem besteht die Pflanze nur aus einem Samenbehälter, welcher in der Jugend schon vorgezeichnet ist. Viele Pilze. 6) Der Samenbehälter entspringt in der Jugend schon vorgezeichnet ohne jenes Gewebe, Die übrigen Pilze.

Höchst sonderbar ist die von Vaucher entdeckte und von mir oft beobachtete Fortpflanzung einiger Wasseralgen, *Conjugatae*. Der einfache Faden besteht aus Gliedern, mit grüner Materie und Keimpulver gefüllt. Beide sammeln sich in eine Kugel im Innern eines solchen Gliedes, der Faden bekommt an den Seiten Mündungen, saugt sich an einen andern Faden an, und lässt die Kugel aus seinem Gliede in den andern Faden übergehen. Dieser Faden vergeht, und die freygewordene Kugel bringt wahrscheinlich nur aus dem eingehüllten Keimpulver Junge hervor. Hier ist offenbar ein Uebergang zu den Zoophyten.

Dritter Abschnitt.

Von der Pflanze überhaupt.

Erstes Kapitel.

Von den Bewegungen der Pflanze.

§. 1.

Wenn man sich mit den Sätzen einiger neuer Philosophen auf einigen Schulen in Deutschland begnügen will, so ist man bald fertig. Die Pflanze ist, sagen sie, das Product der Anziehung des Lichts und der Erde mit einem eigenen Ausdehnungsvermögen versehen. Wahrlich, mit weit mehr Recht könnte der Pflanzenmaler sagen: die Pflanze ist das Product einiger Farben, Wasser oder Oehl dazu gegossen.

Ich will nichts mehr von den Theorien dieser Naturphilosophen sagen, da ich die
Grün-

Gründe worauf sie sich stützen, in einer besondern Schrift *) untersucht habe. Es war ursprünglich ein scharfsinniger aber mißglückter Versuch, das Bewußtseyn, in welchem das getrennte Subject und Object vereinigt sind, zu erklären. Man fand das Bestreben nach jeder Vereinigung überall paradirt, möchte ich sagen. Auch in der Pflanze ist es; in der Befruchtung wird das in ihr Getrennte befriedigt und das Spiel ist aus. Noch nie hat man so mit der Natur gescherzt. Diejenigen, welche von jener Philosophie ausgehen, ohne sie durch eigene Gründe zu unterstützen, müssen an die Vergänglichkeit solcher Theorien erinnert werden. Aber die, welche, ohne jene Gründe zu kennen, sich nur der Bequemlichkeit bedienen, tiefsinnig zu scheinen, und neue, halbwahre, unbestimmte, spielende Worte ertönen zu lassen, verdienen Verachtung.

Wir betrachten die Körper als todt, wenn wir ihre beständigen, unaufhörlichen, sich immer gleichen Wirkungen erwägen; Wirkungen, die bloß durch andere eingeschränkt, nie verändert und aufgehoben werden. Das Innere der Körper bleibt sich immer gleich, die Quelle, woraus jene Wirkungen strömen, ist immer dieselbe, nie schwächer oder stärker. Hingegen das Leben der Körper besteht in jenen inneren Veränderungen, seine Wirkungen sind verschieden, und richten sich nach
Zeit

*) Ueber Naturphilosophie v. H. F. Link, Rostock 1806.

Zeit und Umständen. Ob man einst alles auf das Todte, oder auf das Lebendige zurückführen müsse, lassen wir unentschieden.

Man erkennt die todten Körper an den Bewegungen, welche sie äußern, oder zur Folge haben. Jenes Beständige, Unveränderliche, kann sich nur in einem andern eben so Unveränderlichen und Beständigen äußern, und dieses ist der Raum. Der Raum ist keiner andern Bestimmung fähig, als durch Begrenzung, und diese kann nur durch Bewegung geschehen. Folglich kommt die Untersuchung der todten Körper ganz auf Bestimmung der Bewegungen hinaus. Um nun die lebenden Körper von den todten zu unterscheiden, müssen wir zuerst ihre Bewegungen betrachten.

Es giebt beständige Bewegungen und Richtungen in den Pflanzen. Ein Theil des Stockes wächst nach unten, ein anderer nach oben. Ich habe schon oben Abschn. 2. Kap. 1. §. 1. gesagt, daß keine äußere Umgebungen Einfluß auf diese Bewegung haben. In einem auf die Seite gelegten gegen das Licht gekehrten Topfe, wächst der junge Stamm aufwärts, nicht seitwärts gegen das Licht zu, die Anziehung des letztern ist also auf keine Weise die Ursache *). Man bemerkt auch nirgends, daß

*) Ich sah die jungen Pflanzen sich vom Lichte weg biegen, um die Verticallinie zu erreichen,

daß die Bäume sich gegen die Quelle des Lichts gegen die Sonne richten; die Tannenarten wachsen unter dem Polarzirkel so vertikal, als zwischen den Wendezirkeln. Ferner ist diese Richtung in jeder Pflanze verschieden, und der windende Stamm durchläuft alle Richtungen. Es ist bloß die Spitze der Wurzel, welche die verticale Richtung hat; man säe Samen auf eine harte Fläche, so wird beym Keimen die Spitze des Würzelchens sich nach unten krümmen, aber in dieser Richtung beym Fortwachsen weiter geschoben werden, bis es eine Oeffnung erreicht, um einzudringen. Ausser der Spitze geschieht also die Verlängerung nach allen Richtungen auf eine ganz unbestimmte Weise. Ueber die Richtung des Stammes haben Dodart (Mem. de l'Acad. d. S. à Par. 1700. p. 47), de la Hire (daf. 1708 p. 231), Altruc (N. Hamb. Mag. 106 St. S. 304), mancherley Vermuthungen vorgebracht. Es ist eine in jeder Pflanze besonders bestimmte Polarität, die uns auf höhere Verbindungen unsers Planeten im Welt- raume schliessen läßt. Die besondere Bestimmung in jeder Art scheint zum Leben zu gehören, doch erwiesen ist dieses dadurch nicht.

Die Richtung der Aeste und Blüthenstiele ist eben so bestimmt, als die Richtung des Stammes. Man beuge einen Zweig von *Rhus typhinum* seitwärts, mit der Spitze dem Lichte zu, und das Ende desselben wird nicht unterlassen, die gewöhnliche Richtung, vertikal zu wach-

wachsen, anzunehmen. Die Blüthenstiele wenden sich auf die der Pflanzenart eigenthümliche Weise, ohne sich an äußere Einwirkungen, Wärme, Licht u. s. w. zu kehren, sie hängen z. B. an der Hyacinthe von allen Seiten herab. Kurz vor dem Aufbrechen der Blüthe drehen sich die meisten Stiele. Linné glaubte es sey etwas zweckmäßiges in diesem Drehen; die Blüthe hänge unterwärts, wenn der Staubweg die Staubfäden an Länge übertriffe, sie richte sich aufwärts, wenn der Staubweg kleiner sey, als die Staubfäden, damit in beiden Fällen der Staub auf die Narbe fallen könne. Aber die Hyacinthe dreht ihre Blüthen niederwärts, ungeachtet die Staubwege kleiner sind als die Staubfäden, und so giebt es noch viele Ausnahmen von jener Regel. Auch dient diese Bewegung nicht zum Schutze der Geschlechtstheile überhaupt; die *Tulipa clusiana* hebt ihre Blüthe zur Zeit der Befruchtung in die Höhe und setzt diesen offenen Theil der zur Zeit ihrer Blüthe fallenden häufigen Regen aus. Es scheint hier nur auf die Mannichfaltigkeit der Richtungen anzukommen.

Auf eine bestimmte Weise sind die Blätter in der Gemme zusammengefaltet, und auf eben eine solche bestimmte Weise entwickeln sie sich. Manchen natürlichen Ordnungen ist nur eine Art der Zusammenfaltung eigen, in andern wechselt sie. Auch hat die Pflanze eine bestimmte Neigung, die Flächen der Blätter nach oben und nach unten zu kehren,

wie ich (Abschn. 2. Kap. 4. §. 4) gezeigt habe. Sie ist sogar vorher bestimmt, und hängt gewiss nicht von äußern Umständen ab, da die umgedrehten Blätter wider die Regel auf der obern Seite mit mehr Spaltöffnungen versehen sind. Bonnet und Senebier haben Versuche über diese natürliche Lage der Blätter angestellt, und gefunden, daß krautartige Pflanzen sie eher wieder herstellen, als Bäume und Sträucher, auch daß dieses eher bey schönen Wetter und im Sonnenlichte, als sonst geschieht, ohne Zweifel, weil unter diesen günstigen Umständen ihre Thätigkeit erhöht wird.

Kelch und Blume brechen auf und entwickeln sich, wie die Blätter; die äußern Theile zuerst. Auch bey den rachenförmigen und schmetterlingsförmigen Blumen geht die Ausbreitung auf eben die Art von den äußern zu den inneren Theilen vor sich. Die Staubfäden sind bald nach oben, bald nach unten gekrümmt, und überdies wenden sie sich bey der Befruchtung oft zum Pistill. Sie thun dieses, wenn die Antheren oder das Pistill abgeschnitten sind und eben so beugt sich das Pistill in manchen Fällen zu den Staubfäden, und macht diese Bewegungen, ungeachtet allen Antheren weggenommen wurden. Es ist also nicht der Reitz der Antheren oder der Narbe, wodurch diese Bewegungen veranlaßt werden.

Wir sehen hier eine Menge von keinen äußern Umständen veranlaßter, durch die Welt.

Weltgegenden allein aber unveränderlich bestimmter, und in jeder Pflanzenart verschiedenen Bewegungen. Diese letztere Verschiedenheit bringt sie zu den Aeufserungen des Lebens. Aber sie stehen offenbar in der Mitte zwischen den völlig willkürlichen Bewegungen der Thiere, und der unabänderlichen der todten Körper. Diese füllen den Raum nach allen Seiten mit ihrer Kraft, die Pflanzen gehören noch zu dem Reiche der Polaritäten, die Thiere sind ganz ungebunden.

§. 2.

Der *Schlaf* der Pflanzen zeigt sich vorzüglich in den Blättern und zwar den zusammengesetzten Blättern. Man sieht sie nämlich auf mancherley Weise in der Nacht herabhängend, an den Stiel oder Stamm gedrückt, zusammengeschlagen, umgedreht, Blumen verhüllend und umgebend; Mannichfaltigkeiten, welche Linné der Wiederentdecker dieser Erscheinung in neueren Zeiten sorgfältig verzeichnet hat *). An dem Tamarindenbaum haben schon ältere Beobachter diesen Schlaf wahrgenommen. Dafs Licht die Ursache dieses Schlafs sey, liefs sich bald vermuthen, und Hill suchte es in einer besondern Schrift darzuthun **). Zinn hingegen zeigte, dafs schla-

*) Diff. somnus plantarum in Amoen. acad. Vol. 4.

**) The sleep of plants and cause of motion in the sensitive plant explained by I. Hill. Lond. 1762.

schlafende Pflanzen an einem dunkeln Orte, die Blätter am Tage gehörig ausbreiten *). Man hat oft Gelegenheit sich hievon zu überzeugen. Decandolle setzte Pflanzen in einen mit Laternen erleuchteten Keller. Zuerst breiteten sie sich am wahren Tage aus, dann unregelmässig, endlich richteten sie sich nach den Laternen **). Ein sehr interessanter Versuch, welcher uns auf der einen Seite die Macht der Angewöhnung zeigt, auf der andern, dass die Veranlassung dieser Bewegung doch das Licht sey. Da die amerikanischen Pflanzen sich in ihrem Schläfe nach unsern Nächten richten, so könnte man den Erfolg von Decandolle's Versuchen vorher sehen.

Manche Blüthen öffnen sich nur am Tage und verschliessen sich, wenn die Nacht eintritt, andere hingegen öffnen sich, wenn die Nacht eintritt und verschliessen sich am Tage.

Viele Syngenesisten lassen des Nachts ihre Strahlenblümchen niederhängen und richten sie am Tage auf. *Ranunculus polyanthemos* lässt die ganze Blüthe in der Nacht hängen. Linné nannte solche Blüthen *flores tropici* (Phil. bot. XI. §. 335). Selten schliessen sie sich genau mit dem Ende des Tages, sondern nur zu gewissen Stunden gegen Abend, aber diese Stunden sind nach der verschiedenen Jahreszeit

*) Hamburgisches Magaz. 22. Bd. S. 40.

**) Bullet. d. l. Societ. philomat. n. 42.

zeit verschieden. *Bellis perennis* schließt sich bey uns im Sommer um und nach 5 Uhr, im Frühling schon nach 3 Uhr. Manche Blüthen kehren sich gar nicht an Tag und Nacht, sondern öffnen und verschliessen sich zu gewissen Stunden z. B. *Tragopogon luteus*, welches sich gegen 5 Uhr des Morgens öffnet und gegen 11 Uhr Vormittags schließt. Linné nannte diese Blüthen *flores aequinoctiales* und empfahl es zu einem *horologium florum*. Setzt man solche Pflanzen in einen dunkeln Keller, so öffnen und schliessen sie sich, wenigstens in den ersten Tagen eben so, als ob sie am Lichte ständen. Indessen ändern sie doch ihre Gewohnheiten nach dem Orte, wo sie sich befinden; die *Cerei* blühen bey uns und in Amerika des Nachts, das *Tragopogon crocifolius* aus Portugal schließt sich nach 10 Uhr Vormittags, ungeachtet der Unterschied im Mittage zwischen Rostock und Portugal beträchtlich ist. Uebrigens müssen aber die Blüthen jung und frisch seyn, wenn sie ihre Blühestunden richtig halten sollen; im ältern Zustande, wenn sie anfangen hinfällig zu werden, beobachten sie nicht mehr ihre regelmäßige Zeit und schliessen sich endlich gar nicht. Mit der Befruchtung stehen diese Erscheinungen in keinem Bezuge; Syngenesisten, deren Befruchtung gesichert genug ist, da die Antheren sich nur inwendig öffnen, und das Pistill sich durch den Pollen durchdrängt, schliessen sich sehr oft und am regelmässigsten. Auch die Wärme hat keinen Einfluss darauf.

Viele

Viele haben mechanische Ursachen für diese Erscheinungen angegeben und noch jüngst Mirbel (Hist. nat. 2. S. 49). Sie werden dadurch widerlegt, daß die Pflanzen ihren regelmässigen Schlaf, im Dunkeln und in der Kühlung behalten. Die hier so auffallend merkliche Angewöhnung giebt eine der wichtigsten Kennzeichen der Vitalität. So wie bey dem todten Körper die Veranlassung einer Wirkung aufhört, muß sie selbst aufhören. Hingegen der lebende behält seine ihm gegebene Stimmung und seine Perioden bey, auch wenn die äussern Umstände, wodurch sie hervorgebracht wurden, fehlen. Hier dient im Anfange das Licht nur als Reitz, nachher überläßt es die Pflanze ihrer eingepprägten Neigung.

Flores meteorici sind solche, welche sich verschliessen, wenn es regnen wird, bey schönem Wetter sich öffnen. So viel ich weiß, schliessen sich dieselben Blumen auch des Nachts oder zu gewissen Zeiten, und das Reitzmittel liegt also wohl hier in der grössern oder geringern Feuchtigkeit. Auch die Stengel des Klees sollen sich erheben, wenn das Wetter sich ändert (Voigts Magaz. B. 8. St. 2. S. 21). Ich habe sehr oft die *Calendula pluvialis* beobachtet, und gefunden, daß sie sich nur dann an das Wetter kehrt, wenn es lange trocken gewesen ist, wenn oft Regenschauer kommen, richtet sie sich auf keine Weise danach. Auch sie gewöhnt sich an das Wetter.

Uebri-

Uebrigens zeigen die zusammengesetzten Blüthen am häufigsten Erscheinungen dieser Art, ferner die regelmässigen vielblättrichen Blumen, seltener die einblättrichen, gar nicht die zweylippigen oder schmetterlingsförmigen.

§. 3.

Eine bekannte Erscheinung ist das Drehen der Stämme nach dem Lichte. Der Stamm krümmt sich an der Lichtseite, bildet einen Bogen gegen das Licht zu, und verursacht auf diese Weise, dass sich die Spitze demselben zukehrt. Je biegsamer und frischer der Stamm oder Zweig ist, desto rascher geschieht auch diese Biegung. Nicht allein das Sonnenlicht, sondern auch das Tageslicht und sogar das Lampenlicht äussern diese Wirkungen. Nach Humboldt (Aphorismen S. 90) vermindert das Licht die Reizbarkeit, und die vom Licht entfernten Pflanzen neigen sich, weil die Fibern des Stengels, welche durch die Sonnenstrahlen gereizt wurden, sich zusammenziehen und kürzer werden. Unstreitig geschieht eine Krümmung, aber keine Zusammenziehung der Fibern, denn an der Lichtseite eingeschnittene Stengel krümmen sich ebenfalls, und die Bewegung wird nicht durch einzelne Fibern, wie Rafe meint, (Pflanzenphysiol. S. 170) sondern wie alle Biegungen, durch die vereinigte Wirkung der Theile hervorgebracht. Uebrigens ist die Richtung nach der Verticallinie von dem Drehen nach dem Lichte verschieden wie ich oben erinnert habe.

Die

Die Bewegung der Oscillatorien gegen das Licht, welches Coulomb als eine Art von Locomotivität anfah, ist von Olivi sehr richtig als eine Folge des entwickelten Sauerstoffgases bestimmt worden (s. Usteri's Annal. 6 St. S. 30).

Auf eine ähnliche Art, wie die Stämme nach dem Lichte, sollen sich die Wurzeln nach der Feuchtigkeit ziehen. Ich halte diese Erfahrung noch nicht für genau genug bestimmt. Dafs an der feuchten Stelle die Wurzel oder ihre Zwinge länger werden, längere und mehr Würzelchen treiben, ist natürlich, und so mag auch wohl eine verbreitete Feuchtigkeit die Ursache jener Täuschung seyn. Wenn Townson glaubt *), aus dem Gesetze der Gegenwirkung ableiten zu können, dafs die Feuchtigkeit die Wurzel, oder das Licht den Stamm gegenwirkend anziehe, so bedenkt er nicht, dafs man auch Beyspiele von Bindfäden haben müfste, welche ein Glaswasser anzieht.

§. 4.

Nur wenig Pflanzen bewegen sich auf einen äufseren Reitz, auch hat man diese Eigenschaft nur an den Blättern, den Staubfäden und den Kapseln bemerkt. Die Mimosa pudica ist in dieser Rücksicht am meisten beobachtet worden. Die Blätter sind gebauet wie
an

*) Transactions of the Linnean Society Vol., 2.
p. 267.

an den schlafenden Pflanzen, und wie ich oben (A. 2. K. 4. §. 3) angegeben habe, ohne Articulation, aber es ist die Basis des Blattstiels, welche sich vorzüglich reitzbar zeigt. Denn so lange sie noch grün ist, bewegen sich die Blätter, selbst wenn diese schon angefangen haben zu verwelken. Nach einem Reitze, besonders unten am Blattstiele angebracht, legen sich die Blättchen paarweise an den Stiel, und der Stiel selbst sinkt nieder, doch mit einer Zusammenziehung, so daß man ihn eher abbrechen, als in seine vorige Lage bringen würde. Auch erstreckt sich die Bewegung auf die Aeste. Bey heiterm Himmel, in der Wärme, des Morgens, wenn die Pflanze nicht zu jung und nicht zu alt ist, kurz wenn sie in ihrem frühesten Wachsthum steht, zeigt sie die größte Reitzbarkeit. Die Zeit, in welcher sich die Blätter wieder aufrichten, hängt von eben solchen Ursachen ab. Der Reitz theilt sich zuerst den gegenüberstehenden Blättchen mit; war er stark, so folgen die übrigen schnell, sonst langsam. Erschütterung wirkt am meisten, bey weitem nicht so sehr Stechen oder Schneiden, und vielleicht auch diese nur durch Erschütterung. Salpetersäure, der Dampf von brennendem Schwefel, von Ammonium, Brennen durch ein Brennglas verursachen dieselben Erscheinungen, doch in einem geringern Grade als Erschütterung, und vielleicht nur weil sie eine Zusammenschrumpfung und dadurch Erschütterung veranlassen. Da bey den Pflanzen alle Theile zugleich die Bewegung machen,
nicht

nicht einzelne, wie in den Thieren, so sieht man leicht, warum eine alle angreifende Erschütterung mehr ausrichtet, als alle anderen Reitze.

Setzt man die Pflanze aus dem Hause an die freye Luft, wenn der Wind weht, so fallen sogleich alle Blätter nieder. Aber sie richten sich, ungeachtet des Windes, wieder auf und gewöhnen sich endlich so daran, daß dieser nicht mehr auf sie wirkt. Desfontaines nahm eine Pflanze in einem Wagen mit sich, und sah, wie sie zuerst die Blätter zusammenlegte, nachher aber wieder ausbreitete und sich an die Erschütterung gewöhnte (s. Mirbel in Hist. nat. T. 1. p. 263). Also auch hier der Character der Vitalität, die Gewöhnung.

Sehr interessante Beobachtungen, welche im Ganzen die vorigen bestätigen, hat Bruce an der *Averrhoa Carambola* angestellt (s. Usteri's Bot. Mag. St. 1. S. 96). Die Blattstiele sind vorzüglich reizbar, und eine Erschütterung wirkt mehr, als alle anderen Reitze. Die Wirkung erfolgt langsamer als in den Mimosen, und erstreckt sich nicht so weit, weil die Theile fester und härter sind. Auch hier wurde oft, wie an der Mimose, der Reitz nach der gerade gegenüber stehenden Seite geleitet, quer durch den Blattstiel; er folgt also nicht den Gefäßen, auch nicht den Zellenreihen, er verbreitet sich vielmehr auf dem nächsten Wege.

Die

Die *Dionaea Muscipula* zieht ihre runden Blätter zusammen, wenn sie auf der Oberfläche gereizt worden, und schließt vermittelt ihrer langen Haare Insecten ein *). Roth will ähnliche Erscheinungen an der *Drosera rotundifolia* beobachtet haben **), aber ich habe mich vergeblich bey dieser Pflanze bemüht. Die Blüthen von *Apocynum androsaemifolium* schliessen nach Swagermann ***) und Bartolozzi †) auf eine ähnliche Art Fliegen ein.

Die Staubfäden der *Berberis* Arten zeigen auf der innern Seite an der Basis eine Reizbarkeit; dort berührt, neigen sie sich sogleich zu dem Pistill. Smith hat diese Eigenschaft genau untersucht ††). Ich habe seine Versuche nicht allein an *Berberis vulgaris*, sondern auch an *Berberis canadensis* und *B. humilis* mit glücklichem Erfolge wiederholt. Nach Smith besitzen die Staubfäden von *Cactus Tuna* gleichfalls Reizbarkeit. Mit Recht hält er die Bewegungen an den Staubfäden der *Peritaria* und der *Medicago* Arten für bloß mechanisch.

Eben

*) Ellis Beschreibung der *Dionaea Muscipula* übers. von Schreber. Erlang. 1771. 4.

**) Beyträge zur Botanik von A. M. Roth. Bremen 1781. Th. 1. S. 60. Usteri's Mag. St. S. 27.

***). Verhandel. v. d. Genootschap te Vliessingen. D. 5. p. 281. D. 9. p. 1.

†) Opuscoli scetti T. 2. p. 193.

††) Philosoph. Transact. V. 78. p. 158. Usteri's Mag. St. 7. S. 78.

Eben so ist das Aufspringen der meisten Kapseln eine mechanische Wirkung des Austrocknens, wie ich schon oben gezeigt habe. Doch einige, z. B. *Impatiens Balsamina* und *Noli tangere* zeigen solche Erscheinungen, wenn die Früchte noch grün sind. Eigentlich findet aber hier keine Reizbarkeit Statt, sondern die Klappen der Kapsel sind in einem beständigen Bestreben, sich zusammenzuziehen und zusammenzurollen, nur verhindert das Stemmen derselben gegen einander jene Zusammenziehung. Schneidet man daher nur an einer Seite die Klappen durch, so ziehen sie sich, weil der Antagonist an einer Seite fehlt, alle zusammen, und es gleicht also diese Erscheinung den Muskularwirkungen. Aber die Zusammenziehung ist nicht den Gefäßen, oder dem Baste, oder dem Parenchym für sich, sondern allen insgesammt eigen, wie oben erinnert ist.

Die hygroskopischen Eigenschaften dürfen nicht hieher gerechnet werden. Sie rühren von der Anziehung der Körper zu den Dämpfen her, sind vorzüglich der todtten Pflanzenfaser und auch vielen Fossilien eigen. Die Pflanzenfaser verkürzt sich, denn sie besteht aus Zellen, welche durch die Feuchtigkeit anschwellen.

§. 5.

Endlich zeigen die Pflanzen Bewegungen, deren Zweck so wenig als die äußere Veranlassung merklich ist. Höchst auffallend ist in dieser Rücksicht das *Hedysarum gyrans*. Pohl *) gab die erste Nachricht von dieser Pflanze, darauf beschrieb sie Broussonet **), und sehr gute Versuche damit stellten Cels, Silvestre und Hallü an ***). Das äußerste Blättchen des dreyfachen Blattes ist, den Schlaf ausgenommen, unbeweglich, die beyden Nebenblättchen sinken aber, bald schnell und in Abfällen schief nieder, bald richten sie sich langsam und schief wiederum auf. Diese Bewegungen haben nicht die geringste Regelmäßigkeit, und sind weder an Zeit noch Ort gebunden, doch am lebhaftesten des Abends während einer schwülen, nassen Wärme. Sogar, indem sie schlafen, bewegen sich die Blättchen. Berührung, Erschütterung wirken nicht darauf; zerschnittene Blätter bewegen sich, festgehaltene Blätter setzen ihre Bewegung fort, sobald man sie los läßt. Kaltes Wasser hemmt die Bewegung; Kälte überhaupt mindert sie sehr; Dämpfe von warmen Wasser stellten sie wieder her. Man sieht hier deutlich den Anfang einer thierischen, spielenden Bewegung, nur eingeschränkter und dem steifen Mechanismus verwandter.

Nicht

*) Sammlungen zur Physik n. Naturg. 1 B. S. 502.

**) Mémoire de l'Acad. d. Scienc. d. Par. 1784. p. 616.

***) Bulletin de la Societ. philomat. n. 29.

Nicht weniger merkwürdig ist die Bewegung an den kleinen Wasseralgen, welche Vaucher *Oscillatoria* nennt. Adanson beobachtete diese Pflanze zuerst und beschrieb sie unter dem Namen *Tremella* (Mem. de l'Acad. d. Scienc. d. Par. 1767. p. 564). Nachher sind mehrere Arten dieser Gattung beschrieben, die man am besten in Vauchers Werke aus einander gesetzt findet (Hist. d. Conf. p. 163). V. rechnet diese Wesen zu den Thieren, er nimmt so gar Kopf und Schwanz bey ihnen an, und Schrank beschreibt eine solche *Oscillatoria* als gehörig zu einer Gattung von Infusions-Thierchen, *Vibrio*, (Usteri's N. Annal. St. 9. S. 1). Wer diese Pflanzen zu den Thieren rechnet, muß *Hedysarum gyrans* ebenfalls dahin bringen und Kopf und Schwanz daran suchen, wer die Infusionsthierchen damit vergleicht, kennt die raschen, leichten und freyen Bewegungen der letztern nicht. An der Basis sind die feinen Fäden dieser Pflanzen mit einander verwickelt, mit den Spitzen hängen sie frey ins Wasser hinab. Diese Spitzen bewegen sich hin und her, bald schnell und in Abfällen nach einer Seite und langsam wieder zurück, bald eben so in entgegengesetzter Richtung. Die Schnelligkeit, womit dieses geschieht, die Unregelmäßigkeit der Bewegungen ist völlig, wie an *Hedysarum gyrans*, auch vermehrt sie die Wärme und in der Kälte erstarrt die Pflanze. Ich habe diese Bewegung oft an der *Oscillatoria principalis*, *Adansoni* und *viridis* beobachtet, auch am lebhaftesten an einer von mir zuerst bemerkten verwand-

ten

ten Gattung, Spirogyra, deren Fäden gleich einem Pfropfenzieher gedreht sind, nie an Oscillatoria parietina und O. vaginata.

Wegen dieser Bewegungen, den Pflanzen mit Percival *) ein Wollen zuzuschreiben ist ein Sprung, zu dem nichts berechtigt. Aber sie von mechanischen oder chemischen Gründen ableiten wollen, hat bis jetzt nur zur Spielerey geführt, und erklärt die häufigste Erscheinung, die Gewöhnung an den Reitz nicht. Es giebt unstreitig viele unter diesen Bewegungen, wodurch die Pflanze zu einer Stelle unter den lebenden Wesen berechtigt wird, und sie lehren uns, daß wir Rücklicht auf das Leben der Pflanze bey allen folgenden Untersuchungen nehmen müssen.

*) Memoirs of the Society of Manchester Vol. 2.
p. 114. Samml. z. Physik u. Naturgesch. B. 3.
S. 666.

Zweytes Kapitel.

Von den organischen Verrichtungen der Pflanzen überhaupt.

§. 1.

Es ist die Geschichte des menschlichen Geistes, daß immer das Allgemeine vor dem Besondern gefunden und bestimmt wird. Aller Naturkenntniß giengen philosophische Theorien voraus, man gab Aehnlichkeiten, und überfah Verschiedenheiten, man begnügte sich mit den Gattungen, ehe man zu den Arten gelangte. Man begieng aber sehr oft den Fehler, daß man die Gründe, welche nur zur Uebersicht, zur Eintheilung dienen sollten, als solche aufstellte, woraus sich alles ableiten lasse. Die Philosophen, denen es besonders oblag, diesen Unterschied zu lehren, machten sich aus dem Hange, alles erklären zu wollen, der meisten Verwechselungen schuldig.

Mit

Mit vielem Geiste zeigte Brown, daß die Intension der Lebensverrichtungen steigt und sinkt, so wie die Reitze sich mehren oder mindern, daß aber das Erstere nur bis zu einem Maximum Statt findet, über welches mit Vermehrung des Reitzes jene Intension sich mindert. Die Erfindung dieses allgemeinen Characters war ein Verdienst um die Physiologie, welches niemand diesem trefflichen Kopfe rauben kann. Aber alle Lebenskräfte, alle Lebensäußerungen in ein allgemeines Princip der Incitabilität so zusammen zu werfen, daß sich daraus alles ableiten lasse, ist wiederum jene Verwechslung der Eintheilungs- und Ableitungsgründe. Laßt uns dreist die verschiedenen Lebenskräfte, die Triebe, und wie sie weiter heißen mögen, bestimmen und unterscheiden, und überzeugt seyn, daß wir die mannichfaltige Natur durch Verfolgung ihrer Verschiedenheit allein erreichen.

Die Chemie liefert uns ein auffallendes Beyspiel, wie man verfahren muß, um die Natur kennen zu lernen. Aus einigen Elementen schufen die ältern Chemisten, welche man überhaupt Adeten nennen könnte, alles; alle Erden waren nur Modificationen einer oder zweyer Arten, alle brennbaren Körper Schwefel, alle Luftarten dasselbe Element in seinen Verunreinigungen. Als Marggraf sich erkühnte mehr Erden anzunehmen, als Scheele über die heilige Zahl der drey Mineralsäuren hinausgieng, und vorzüglich als

S 2

Black,

Black, der Elementarlehre zum Trotz, verschiedene Luftarten annahm, da ging ein Licht über die wichtigsten Erscheinungen in der Natur uns auf. Wenn wir auch wieder zu einer größern Einheit gelangen sollten, so wird doch dieses auf einem sichern Wege zu einer andern, als der vorigen geschehen, und gewiss wird sich uns dann eine Mannichfaltigkeit anderer Art eröffnen.

Zu den allgemeinen Gesetzen der Incitabilität fügte Brown nebenher und ohne es an die Spitze zu stellen, wohin es gehört, das Gesetz der Gewöhnung. Der organische Körper gewöhnt sich bald an jeden Reitz, und dann wirkt dieser so stark nicht mehr. Aber der organische Körper fährt auch fort, thätig zu seyn, wenn der wirkende Reitz fehlt; ein wichtiger Character des Lebens. Und eben deswegen wirkt der Reitz nicht mehr nach seiner Stärke, weil der Körper seine bestimmte Thätigkeit angenommen hat. Hingegen wirkt plötzliche Abwechselung der Reitze um so erschöpfender und tödtlicher.

§. 2.

Organische Verrichtungen sind solche, welche zur Entwicklung und Erhaltung des ganzen Körpers dienen. Unter diesen wollen wir zuerst die Bewegung der flüssigen Körper in den festen betrachten, oder das Hauptmittel, wodurch Entwicklung und Erhaltung geschehen.

Es

Es ist schon oben Abschn. 1. Kap. 3. davon gehandelt worden, in welchen Behältern, und in welcher Richtung die Bewegung des Saftes in den Pflanzen vor sich gehe, hier kann nur von den Kräften die Rede seyn, wodurch sie bewirkt wird. Die allgemeine Meinung der ältern Naturforscher war, das Aufsteigen der Flüssigkeiten in den Gefäßen der Pflanzen geschehe nach den Gesetzen der Haarröhrchen. Mariotte lehrt dieses schon (Ess. d. Phys. p. 60), Hales erklärt sich ausdrücklich dafür (statiq. d. Veget. p. 92) nur setzt er hinzu, daß die Ausdünstung dieses Aufsteigen vorzüglich befördere, und diesen folgen fast alle älteren Schriftsteller mit wenigen Abweichungen. Erst nachdem van Marum*) die Lebenskraft auf diese Erscheinungen anwandte, ward diese Meinung die allgemeiner beliebte (s. Rafn Pflanzen - Phys. §. 79 - 82). Nur Senebier schreibt das Aufsteigen der Säfte einer hygroskopischen Eigenschaft zu (Ph. veg. T. 4. p. 137) und Mirbel glaubt, der Splint allein vermöge durch Lebenskraft die in der Rinde herabkommenden Säfte aufzusaugen. Dadurch entstehe eine Leere und dann wirke bloß die Luft zum Aufsteigen des Safts im Holze und um das Mark (Ann. d. Mus. T. 7. p. 274). Aber die Versuche, welche van Marum, Koulon und Rafn für jene Hypothese anführen, betreffen bloß den Ausfluß der gefärbten Flüssigkeiten, die wie oben gelehrt

*) De motu fluidorum in plantis, experimentis et observationibus indagato. Groning. 1773.

lehrt ist, nur in besondern Behältern sich befinden, und weder in den eigentlichen Gefäßen, noch den Zellen der Pflanze sich aufhalten,

Wenn man sagt, die Gefäße treiben die Flüssigkeiten durch Lebenskraft weiter, so versteht man darunter eine Zusammenziehung derselben. Es ist aber schwer einzusehen, wie solche in den Spiralgefäßen Statt finden könne, besonders in denen, wo das Spiralband locker gewunden ist. Ich glaube daher, daß man hier das Vermögen der Haarröhrchen als ein Analogon anführen müsse, von welchem Vermögen sich die hygroskopische Anziehung auf keine Weise unterscheidet. Wodurch wird aber das Aufsteigen in Haarröhrchen bewirkt? Nicht durch die allgemeine Anziehung, sondern offenbar durch die verschiedene Verwandtschaft der Materien wie sehr viele Versuche beweisen; durch jene Verwandtschaft, welche überall in der Natur herrscht, und indem sie sich als Wahlanziehung beweist, nicht immer sich gleich wirkt, sondern die todte Natur mit der lebendigen gleichsam vermittelt *). Es geschieht zwar in den Röhren kein Uebergang der Bestandtheile, aber die ziehenden Kräfte wirken vor der Vereinigung; ihre Wirkung kann gemindert, nicht aufgehoben werden, sie kann mancher-

*) Daß Berthollet mit Unrecht eine solche Wahlanziehung läugne, werde ich an einem andern Orte zeigen.

cherley Veränderungen und Bewegungen, auch eine engere und lockere Verbindung verursachen. Es scheint mir also ganz überflüssig eine andere Kraft zum Aufsteigen der Flüssigkeiten anzunehmen, doch will ich nicht läugnen, daß durch Lebenskraft eine Veränderung in der Verbindung der Stoffe, welche das Gefäß bilden, hervorgebracht, und dadurch die Anziehung auf die Säfte, folglich auch ihre Aufsteigung, verändert werden könne.

Allein in dem Zellgewebe kann der Saft nach diesen Gesetzen sich nicht bewegen, da er hier durch die Membranen dringen, oder durchschwitzen muß. Indem wir auf die Regel Rücksicht nehmen, zuerst alle Lebensäußerungen zu unterscheiden, wollen wir hier ein Vermögen bezeichnen, welches die Alten längst kannten und mit dem Namen tonus belegten, das Vermögen nämlich der Membranen lockerer und dichter zu werden. Es zeigt sich im thierischen Körper sehr deutlich; nach dem Tode erschlaffen alle Membranen, die enthaltenen Flüssigkeiten dringen heraus, die sonst völlig abgehaltene Luft dringt ein und erregt Gährung und Fäulnis. Ehe man dieses Vermögen leichtsinnig für einerley mit andern Zusammenziehungen oder Krämpfen hält, sollte die Identität gezeigt werden. An der Pflanze giebt es manche Zusammenziehung und Ausdehnungen, z. B. durch Licht, durch Berührung und Erschütterung, wobey dieser tonus unverändert scheint. Ja man bemerkt an dem Auschwitzen der Milch an den Kelchen
von

von *Lactuca sativa* eine Zusammenziehung des Ganzen mit einem Erschlaffen der Membranen selbst verbunden, denn ohne jene läßt sich das Hervordringen des Saftes schwer begreifen, ohne dieses würde die Membran nur gespannt und zerrissen, der Saft nicht durchgelassen werden. Auch bey den Krämpfen im thierischen Körper sieht man ziemlich deutlich Zusammenziehung des Ganzen mit Schwäche des Einzelnen. Wollte man die Spannung der Membran für die Ursache der Biegung des Ganzen halten, so würde man in den Pflanzen bey solchen Biegungen Zellen annehmen müssen, deren eine Seite gespannt, die andere erschlafft wäre.

Es ist eine Eigenthümlichkeit der Pflanzennatur, daß der tonus an getrennten Theilen lange fortdauert. Zweige und Gemmen an dem Schnitte verklebt, halten sich lange, ohne Luft zuzulassen, welche sonst Gährung und Fäulniß erregt. Eben so dauern Früchte lange; Quetschungen und Frost besonders schnelles Thauen, mindern den tonus und die Frucht fault.

Die Forttreibung der Flüssigkeiten durch die Zellen, vermittelt einer bloßen Zusammenziehung, müßte manchen Schwierigkeiten unterworfen seyn. Zwey angefüllte Zellen würden ihren Saft gegen einander treiben und dadurch allen Uebergang verhindern. Die Membranen würden gespannt und leicht zerrissen werden. Auch bemerkt man in den
gro-

grossen Zellen keine solche Spannung der Membranen. Es ist also der tonus, welcher den Saft aus Zelle in Zelle durchseihet.

Aber ich läugne keinesweges die Wirkungen der Zusammenziehung bey dem Ausfliessen der gefärbten Säfte aus ihren Behältern, wie solches van Marum, Koulon und Rafn behaupten. Der äussere Reitz bey dem Zerschneiden oder Zerreißen veranlaßt dieselbe, das umgebende Zellgewebe verengt die Höhlung des Behälters und treibt den Saft hervor. Auch hier möchte ich die merkwürdige Erscheinung an den Kelchen von *Lactuca fativa* noch einmal anführen. So wie die Pflanze welkt, oder ein starker elektrischer Schlag sie lähmt, hört die Wirkung auf. Aber ich bin nicht im Stande gewesen eine ausgezeichnete Wirkung von Opium, Weingeist oder zusammenziehenden Mitteln als Alaun und schwefelsaurem Eisen zu bemerken, wie sie Koulon behauptet. Ich habe sowohl abgeschnittene Zweige von Euphorbien, Mohn und der Seidenpflanze in solche Flüssigkeiten gesetzt, und sie dann in den obern Theilen geritzt; als auch die abgeschnittenen Flächen damit überstrichen, aber in allen Fällen würde der Ausfluß dadurch nicht gemindert, so lange die Pflanze frisch blieb. Ueberhaupt wirken solche Mittel wenig auf die Reitzbarkeit der Pflanzen. Uebrigens ist eine Veränderung im Zellgewebe, um die Höhlung der Saftbehälter zu verengen nicht auffallend, da bey den Be-

we-

wegungen der reitzbaren Pflanzen eine weit grössere Veränderung vorgehen muss.

§. 3.

Was zur Ernährung der Pflanze dient, ist schon seit länger als einem Jahrhunderte zweifelhaft. Zuerst fand Helmont, dass ein Baum in einem Topfe mit Erde gefüllt, weit mehr an Gewicht zugenommen als diese abgenommen habe, und er schloss daraus, Wasser sey das eigentliche Nahrungsmittel der Pflanzen. Du Hamel zog einen Eichenbaum in bloßem Wasser, welcher acht Jahre lang fort vegetirte (Ph. d. arbr. 2. p. 198), von Crell bemerkte, dass *Helianthus annuus* in geglühtem Sande mit destillirtem Wasser begossen wuchs (Chem. Annal. 1799. 2 B. S. 110). Hoffmann erzog eine krause Münze in destillirtem Wasser, und sie wuchs, nahm auch an eigenthümlichen Bestandtheilen zu (Grens Journ. d. Phys. 3 B. S. 10). Doch dieses sind nur einige Beispiele unter vielen. Vorzüglich hat Schrader genaue Versuche über das Wachsen der Pflanzen in Schwefelblumen mit reinen Wasser begossen angestellt *).

Man hat dagegen erinnert, dass solche Pflanzen doch nie zu einem grossen Grade von

*) Zwey Preisschriften über die eigentliche Bildung und Erzeugung der erdigen Bestandtheile in den Getreidearten v. Schrader und Neumann. Berl. 1800.

von Vollkommenheit gelangen, wenigstens nie reifen Samen tragen. Man ist daher zu der älteren Meinung zurückgekehrt, nach welcher die dem Wasser beygemischten Theile die Pflanzen nähren. Kùlbel bestimmte diese schon genau als auszugartige Theile (Hamb. Mag. B. 15. S. 435). Auch in den neuesten Zeiten haben viele diesen und den erdigen Theilen die Ernährung der Pflanze vorzüglich zugeschrieben, z. B. Rückert *). Saussure erklärt bestimmt, daß Wasser und Gas zur Ernährung nicht hinreichen, daß die Gewächse Extractivstoff und mancherley andere Stoffe aus dem Boden aufnehmen, welche sich in der Asche zum Theil wieder finden (Rech. s. l. veg. S. 240 folg.), daß sie in reinem Wasser nur leben, weil sie von sich selbst zehren (S. 132).

Auf der andern Seite glaubten Ingenhoufs **) und Senebier (Ph. veg. 3. p. 197 folg.) jene Versuche leicht zu erklären, indem sie annahmen, die Kohlensäure liefere den Kohlenstoff, als das wichtigste Nahrungsmittel der Pflanzen, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und zuweilen Stickstoff entstehen.

Es ist kein Wunder, daß Pflanzen nicht in ihrem gehörigen Boden, sondern entweder in bloßem Wasser, oder Sande, oder Schwefel

*) Der Feldbau chemisch untersucht. Erlang. 1789.

**) Ueber die Ernährung der Pflanzen überf. v. Fischer mit einer Vorf. v. Humboldt. Leipz. 1789.

fel erzogen auch nicht die gehörige Vollkommenheit erreichen. Ein Gewächs vom Kalkboden geräth nie in bloßem Sande, und umgekehrt tragen die Sandpflanzen in fettem Boden in der Regel keinen reifen Samen. Uebermäßige Feuchtigkeit stört gewöhnlich die Entwicklung der Blüthen und die Reifung der Früchte, und von manchen Wasserpflanzen sieht man sogar an ihrem natürlichen Orte äußerst selten Früchte. Es ist zu viel verlangt, wenn man will, daß Pflanzen in bloßem Wasser auf die vollkommenste Weise vegetiren sollen. Daß man im Stande ist, manche Pflanzen in reinem Wasser zu einer ansehnlichen GröÙe zu treiben, ja sie sogar zur Blüthe zu bringen, zeigt doch offenbar eine Ernährung durch Wasser und Gasarten.

BloÙe Luft taugt nicht zur Erhaltung der Pflanze. Wenn Zwiebeln darin sich entwickeln und blühen, oder saftige Gewächse darin fortwachsen, so zehren sie von ihrem eigenen Körper *), wie schon oben Abschn. 1. K. 3 gesagt ist.

Reines Wasser ohne Gas taugt nicht zur Erhaltung der Pflanze. Ich brachte die jungen Zweige von *Sedum reflexum* und *Mentha crispata* in Flaschen, welche mit gemeiner Luft, ferner mit gemeiner, aber durch Kalkwasser ge-

*) S. Krafft N. Comment. Acad. Petrop. T. 3. p. 231. Exp. 253 Gough in Scherers Journ. d. Chem. B. 3. S. 525.

gereinigter Luft, auch mit Sauerstoffgas durch Kalkwasser gereinigt, und nicht gereinigt gefüllt waren. Zugleich goß ich eine Unze entweder ungekochtes oder lange gekochtes destillirtes Wasser, welches ich in einem ganz verschlossenen Gefäße abgekühlt hatte, hinzu, verstopfte schnell die Flaschen mit einem Korkstöpfel und kehrte sie in Quecksilber um. Ueberall verwelkte *Mentha crispa* schon in den ersten Tagen in gekochtem Wasser, in ungekochtem Wasser blieb sie immer und in allen Theilen frisch, machte auch den Anfang, Wurzeln zu treiben, die aber nicht zur völligen Entwicklung kamen. Kehrete ich die Flaschen, ohne sie durch Stöpfel und Quecksilber zu sperren, in ungekochtem destillirten Wasser um, so wuchsen die Zweige sehr gut und trieben Wurzeln. Länger hielt sich *Sedum reflexum* in ungekochtem Wasser, aber nach mehreren Tagen erschien ein schleimiges Wesen um die Blätter, und als ich alle Zweige heraus nahm, waren die in gekochtem Wasser ganz verdorben, in ungekochtem ganz frisch. In einer mit gekochtem Wasser ganz gefüllten, wohl verschlossenen und in Quecksilber umgekehrten Flasche starb eine junge Aurikel bald, in ungekochtem Wasser erhielt sie sich auf diese Weise sehr lange. Die Nothwendigkeit von Gas im Wasser zur Erhaltung der Pflanze ist also erwiesen.

Ich schüttelte eine Unze gekochtes und in einem verschlossenen Gefäße abgekühltes Wasser mit Kohlensäure in einer Sechsunzen-Fla-

Flasche eine Minute lang, und schloß es dann mit einem Zweige von *Mentha crispa* und Sauerstoffgas auf die obige Art ein. Der Zweig lebte viel länger als in gekochtem Wasser, aber nach 5-6 Tagen fiengen die Blätter an am Rande einzuschrumpfen.

Ich schüttelte gemeine Luft lange Zeit mit Kalkwasser, goß dann in eine damit gefüllte Flasche gekochtes destillirtes Wasser, verschloß sie genau, kehrte sie in Quecksilber um und ließ sie so eine Woche lang stehen. Nun füllte ich eine Flasche mit Sauerstoffgas, welches mit Kalkwasser anhaltend geschüttelt war, brachte darein jenes Wasser und zugleich einen Zweig von *Mentha crispa*, verschloß und sperrte die Flasche wie vorher. Der Zweig hielt sich viel länger als in gekochtem Wasser, und begann erst nach 8-9 Tagen an den Rändern der Blätter einzuschrumpfen. Es ist also die Kohlensäure, wenn sie gleich zur Ernährung mit hilft, doch dazu auf keine Weise nothwendig. Auch macht sich Ingenhous schon den Einwurf, woher die Pflanzen die Kohlensäure zur Ernährung nehmen, aber er läßt ihn nicht befriedigend. Das Zimmer, wo mir viele Pflanzen vegetiren, ist mit Luft erfüllt, welche kaum eine Spur von Kohlensäure zeigt, das destillirte Wasser, womit ich sie begieße, hält eben so wenig.

Die Pflanze nährt sich also von verschiedenen dem Wasser beygemischten luftartigen Stoffen; es scheint, damit sie vollkommen ge-

gedeihe, Sauerstoffgas, Stickgas und Kohlen-
säure erforderlich zu seyn. Zur Ernährung
dient die Atmosphäre nicht, wenn sie gleich
in anderer Rücksicht nöthig scheint. Saussure
hat sich zwar bemüht, zu zeigen, daß Pflan-
zen die Kohlenäure in der Atmosphäre zer-
setzen (Rech. f. l. veg. S. 29 f.), daß eine
gänzliche Absorption desselben ihnen schade,
aber man muß bemerken, daß er immer das
Quecksilber benetzte, und zur Absorption Kalk,
welcher übele Gerüche ausströmt, mit ein-
schloß. Es ist wahr, Quecksilber schadet un-
bedeckt den Pflanzen, nur nicht, wie Saussure
glaubt, weil es schlimme Dämpfe verbreitet
(S. 41), sondern weil Feuchtigkeit der Pflanze
mangelt, denn Gewächse, welche deren nicht
sehr bedürfen (*Aristolochiae*, *Jasminum fru-*
cticans, *Sedum*, *Cactus*) vertragen es sehr gut.

Ich zweifle nicht, daß auch die Spaltöff-
nungen das mit Luft geschwängerte Wasser
der Atmosphäre einsaugen, und dadurch zur
Erhaltung und Ernährung ebenfalls beytragen.

Man könnte also die Ernährung der Pflan-
ze, da sie Luft aus dem Wasser aufnimmt,
mit der Respiration der Fische vergleichen,
man könnte sagen, es sey ein Mittelding von
Athemhöhlen und Ernähren, man könnte sich
dabey auf die tracheenartige Bildung der Spi-
ralgefäße berufen.

Es scheint, als ob die Pflanzen auch die
dem Wasser beygemischten Stoffe zu zersetzen,
oder

oder aus ihnen die zur Nahrung erforderlichen Gasarten zu ziehen vermögen. In dieser Rücksicht können auch die animalischen oder vegetabilischen Substanzen als Dünger Nahrung geben. Ich habe mit Salzen Versuche gemacht und gefunden, daß Zweige von *Mentha crispa* in einer Unze destillirtem Wasser, welches beym anhaltenden Kochen, damit alle Luft entfernt würde, zwey Gran Salpeter aufgelöst hatte, mehrere Wochen frisch blieben, da sie doch in bloßem gekochten, eben so verwahrtem Wasser bald welkten. Es mögen also wohl die Salze wirklich düngen und nicht bloß als Reitzmittel dienen. In grösserer Menge schaden sie; in einer Unze Wasser, welche 5 Gran Salpeter enthielt, wurde der eingetauchte Theil bräunlich, doch hielt sich der Zweig übrigens lange, schnell aber wurde er braun, eingeschrumpft und welk, wenn die Unze 20 Gran Salpeter enthielt.

Sauffle hat interessante Versuche über die Menge von Salzen angestellt (a. a. O. S. 247. 253), welche die Pflanzen einsaugen, er fand manche schädliche in grösserer Menge, als unschädliche eingesogen, auch sah er, wenn mehrere Salze in Wasser aufgelöst waren, mehr von dem einen als dem andern aufgenommen. Er ist geneigt, dieses mehr einer grössern Klebrigkeit, als einer Verwandtschaft zuzuschreiben, aber ich finde doch nicht, daß salpetersaurer oder essigsaurer Kalk klebriger sey, als salzsaures oder schwefelsaures Natrum. Ueberhaupt hat er durch viele Versuche den
Ue-

Uebergang der Salze und auch der Erdarten in die Pflanzen und ihre Asche dargethan (S. 259. 280 f.). Wenn auch ein Uebergang der aufgelösten Erden in die Gewächse Statt findet, so scheinen sie doch als Nahrungsmittel von keiner grossen Bedeutung zu seyn. Die Versuche von Schrader *) lehren uns, daß jene Erdarten sich bilden können, wenn in dem Boden keine Spur davon zugegen ist, daß in Schwefelblumen mit destillirtem Wasser erzogene Getreidearten Talkerde, Kalkerde, Eisen- und Manganesoxyd auch etwas Kiesel Erde in viel grösserer Menge mit sich führen, als der Same.

Doch halte ich nicht die unauflöslliche Grundlage des Bodens für gleichgültig beym Wachsthum der Pflanzen, oder nur in so fern wirkend, als sie Wasser durchlasse oder aufhalte. Wir sehen, daß Schwefel das Keimen der Samen an der Luft beschleunigt, so auch Bleyoxyde, ohne eine Spur von Desoxydation, oder andern Veränderungen. Warum sollten auch nicht die Bestandtheile der Körper vor ihrer Trennung wirken können, warum sollte die Pflanzenfaser, die ohne dies mit dem Boden so lange in genauer Berührung bleibt, von den unauflösbaren Bestandtheilen desselben nicht afficirt werden? Wie dieses geschehe, kann ich freylich noch nicht bestimmen.

Es

*) S. d. oben angeführte Schrift auch Archiv der Agricultur-Chemie von S. F. Hermstädt 1 B. 1 H. S. 85.

Es ist eine bekannte Erfahrung der Oekonomen, daß die Abwechselung der Saaten auf demselben Boden das Gedeihen der Gewächse ungemein befördert, daß hingegen der Boden ausgefogen wird, wenn dieselbe Getreideart, oder nur ähnliche mehrere Jahre hinter einander darauf gebauet werden. Um zu erfahren, ob wirklich eine Auslaugung Statt finde, liefs ich mir einige Jahre hindurch von zwey Landgütern zur Rocken- oder Weizen-Saat bereitete Ackererde bringen, und zugleich ausgetragene Erde, oder die, welche vier Jahre hindurch zur Getreidesaat gedient hatte und nun zum Graswuchs ruhen sollte. Ich fand in der letztern mehr Extractivstoff, als in der erstern, auch mehr salzsaure Soda; von salpetersauren Salzen kaum eine Spur in beyden. Mir scheint also der Grund, warum Gewächse in einem solchen Boden, wo dieselbe oder ähnliche Arten gestanden haben, nicht munter wachsen, in der Menge von Extractivstoff zu liegen, welchen die Fäulniß aus den Wurzeln entwickelt hat, und welcher auf die Pflanze widrig wirkt.

Der in der fruchtbaren Dammerde befindliche Stoff gehört übrigens zu der Klasse der Extractivstoffe. In einer ansehnlichen Menge Wasser löst er sich auf, doch schwebt der größte Theil in demselben und macht es trübe. Weingeist wirkt ebenfalls darauf, auch löst er das auf, was beym Verdunsten aus dem Wasser zurückbleibt, und so umgekehrt Wasser, was aus dem Weingeist zurückbleibt.

Schwa-

Schwache Säuren wirken wenig darauf. Kali schlägt ihn in Flocken nieder, auch entstehen solche Flocken durch langes Stehen an der Luft. Sie gleichen der Pflanzenmembran.

Dass die nährenden Theilchen überall eingeschoben werden, dass Zellen zwischen Zellen, Gefäße zwischen Gefäßen entstehen, habe ich oben gezeigt. Wie aber jene Assimilation geschehe, davon wissen wir durchaus nichts. Wir haben von den möglichen Veränderungen der Stoffe in der Pflanze keine Begriffe, sie scheinen nach Schraders Versuchen (die ich an Kohlpflanzen in Schwefelblumen gefäet, bestätigt finde) sehr groß zu seyn, und uns Licht über die Bestandtheile der Erden, Alkalien und Metalle zu versprechen. Vielleicht werden wir einst finden, dass auch diese, wie die vegetabilischen Körper wenige Bestandtheile enthalten, aber dafür werden wir Mannichfaltigkeiten in der Art der Verbindung treffen.

Mangel an nährenden Stoffen zeigt sich zuerst an dem Abfallen der Blätter, und an den Verwelken derselben in ihrer Mitte. Die Zellen strotzen weniger von Saft, die schmalen ziehen sich zusammen, und verursachen, wie schon oben erwähnt wurde, jene Trennung an der Basis der Blätter.

§. 4.

Priestley *) bemerkte zuerst eine Erscheinung an den Pflanzen, welche man mit dem Athemhohlen vergleichen konnte. Blätter unter Wasser getaucht liefern in den Sonnenstrahlen eine Luft, die viel mehr Sauerstoff enthält, als die gemeine Luft. Ingenhous setzte diese Versuche fort, und vermehrte sie mit vielen andern **). Alle grünen Theile etwa die Früchte ausgenommen, haben jene Eigenschaft. Schon früh erinnerte Graf v. Rumford dagegen ***), daß nicht allein Pflanzenstoffe, sondern auch andere, als Glasfäden, Wolle u. dgl. Sauerstoffgas im Sonnenlichte entwickeln. Senebier (Ph. veg. 3. p. 197) sah keine Spur von Luftbläschen, wenn das Wasser rein und gekocht war, er sah aus kohlensaurem Wasser mehr Sauerstoffgas sich entwickeln, und gekochtes Wasser lieferte dieses Gas, sobald es mit Kohlensäure geschwängert wurde. Er schließt daraus auf ein Vermögen der Pflanzen die Kohlensäure zu zersetzen. Nach Wordhouse †) ändern die Pflanzen ohne Wasser die Luft nicht, so lange

*) Experiments on different branches of natural Philosophy. Vol. 1 S. 33. Vol. 2 S. 2, 3, 61.

**) Versuche mit Pflanzen, wodurch entdeckt worden, daß sie die Kraft besitzen, die Luft im Sonnenscheine zu verbessern, etc. Leipz. 1780. 8. Wien 1786.

***) Phil. Transact. f. 1787. Samml. z. Phys. u. Naturgesch. B. 4. S. 233.

†) Gilberts Annal. d. Physik. T. 14. S. 348.

ge sie frisch sind, so bald sie aber welk werden, erzeugen sie Kohlensäure.

Saussure fand, daß die Glieder von *Cactus Opuntia*, und sehr viele Blätter im Dunkeln Sauerstoffgas einfangen, welches sich nicht durch die Luftpumpe und Wärme trennen läßt (Rech. p. 61), wohl aber geben sie die Kohlensäure wieder, wenn solche mit dem Sauerstoff etwa vermengt eingefogen war. Am Tage im Lichte hauchen sie das Sauerstoffgas nach Masse des Einfangens wiederum aus, doch wird es in der Pflanze selbst, wie S. glaubt, zur Kohlensäure verbunden, und diese nachher im Lichte getrennt. Zerstoßene Blätter thun dieses nicht. Man muß erwägen, daß die Blätter etwas bey diesen Versuchen benetzt wurden.

Diese merkwürdigen Beobachtungen erklären uns allerdings die Verschiedenheiten mancher älterer Versuche in Rücksicht der Luftentwicklung der Pflanzen, im Dunkeln sowohl als im Lichte. Ich muß indessen hiebey bemerken, daß ich nie die geringste Luftveränderung weder am Abend, noch am Morgen bemerkt habe, wenn ich gesunde Zweige in ein völlig trockenes mit Quecksilber gesperrtes Glas bog. Mit *Maurandia semperflorens*, *Jasminum fruticans*, *Cactus curassavicus* sind diese Versuche oft wiederholt, und so große Zweige genommen worden, daß die Wirkung wohl merklich werden konnte. Die beiden letztern halten doch die trockne Luft ziemlich lange aus. Die zugleich gesam-

sammelte in ein ähnliches leeres Gefäß gesperrte Luft zeigte nicht die mindeste Verschiedenheit *). Ich habe oben erwähnt, daß ich zuweilen eine Einsaugung von Luft bemerkt hätte, aber die Umstände, unter welchen sie geschah, kann ich nicht bestimmen, und eine Veränderung der Luft wurde ich dabey nie gewahr.

Die Zersetzung der Kohlensäure im Wasser vermittelt grüner **) Pflanzenstoffe leidet keinen Zweifel, so wie die Entwicklung des Sauerstoffgases aus dem Wasser, welches gemeine Luft enthält. Denn Wasser, worin äußerst wenig Kohlensäure sich befindet, liefert Sauerstoffgas. Aber andere Substanzen haben dieses Vermögen auch, selbst die Luft, welche in einem reinen Glase aus reinem Wasser aufsteigt übertrifft die gemeine an Sauerstoffgehalt sehr. Ohne Wasser habe ich keine Zersetzung der Kohlensäure bemerken können.

Sauerstoffgas ist zum Leben der Pflanze durchaus nothwendig. Saussure sah entblößte mit der Spitze im Wasser getauchte und irrespirabeln Luftarten ausgesetzte Wurzeln verwelken, im Sauerstoffgas fortleben. Sie verwan-

*) Zu einem Mikro-Endiometer, wobey es nur auf relative Mengen ankommt, wähle ich das Salpetergas, mische die Mischung in einer weiten Flasche, und messe in einer engen Röhre.

**) Auch rother Blätter. Saussure erhielt aus der rothen Abänderung von *Atriplex hortensis* unter Wasser Sauerstoffgas. (Rech. p. 56).

wandelten dieses in Kohlensäure, war aber noch der Stamm an ihnen befindlich, so saugten sie diese ein, und entwickelten Sauerstoffgas aus den Blättern (S. 104. 112). Auch zur Entwicklung der Gemmen ist Sauerstoffgas nöthig, und es wird wie beym Keimen in Kohlensäure verwandelt. Es dient zur Entwicklung der Blüthe, verwandelt sich dann ebenfalls in Kohlensäure (S. 125). Doch entbindet Blüthe auch Stickgas. Früchte sollen sich wie Blätter verhalten (S. 129). Auf die Dammerde wirkt das Sauerstoffgas; es entzieht ihm Kohlenstoff und befördert dadurch die Bildung von neuem Extractivstoff (S. 131).

Von Rinde entblößtes Holz färbt der Sauerstoff bräunlich; er verbindet sich mit Kohlenstoff im Holze und macht Kohlensäure. Saussure erklärt die Färbung auf eine gezwungene Weise: er fand nämlich, daß dabey mehr Wasser verloren gehe, und meint, daß durch diesen Verlust Kohlenstoff befreyet werde. Waren Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff vorher verbunden, so konnte doch anderer Sauerstoff den Kohlenstoff nicht trennen, waren sie nicht verbunden, so sieht man nicht ein, wie dadurch Kohle in Ueberfluß entstehen soll. Daß hier Kohlenstoff getrennt wird, ist kein Zweifel, und wahrscheinlich ist es mir, daß der noch übrige Sauerstoff die Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff lockerer und dadurch eine Färbung mache *).

In

*) Ich bediene mich oft des Begriffs von einer lockern und engen Verbindung, ich werde an einem andern Orte dieses zu rechtfertigen suchen.

In Kohlenfäure, Stickgas und Wasserstoffgas halten sich die Pflanzen eine Zeit hindurch, auch wenn die Zweige, an dem Stamme durch Quecksilber in Flaschen mit jenen Gasarten gefüllt, gebogen wurden. Aber sie wachsen nie fort, sie entwickeln sich nie, und sterben bald ab. Ich sah Zweige, welche in Wasserstoffgas grün geblieben an der Luft sogleich eine röthliche Farbe annahmen. Der tonus war also durch das Gas vermindert, so daß nun Sauerstoffgas eindringen und wirken konnte. Ich vermuthe daß der Sauerstoff nur geschwächten Theilen den Kohlenstoff entzieht, z. B. der testa beym Keimen der äußern Blätter und dem Kelche bey der Entwicklung von Gemmen und Blüthe, der äußern Rinde u. s. w. Denn welche Pflanzen liefern Kohlenfäure in großer Menge. So färbt der Sauerstoff die Blätter vor dem Abfallen gelb und bräunlich, er färbt die Früchte und verwandelt ihre Säfte in Säuren. Salpeter, wie wir oben gesehen, färbt grüne Stämme bräunlich, und in noch höherm Grade thun dieses die Säuren. Vielleicht ist die Anziehung des Sauerstoffs zu dem Kohlenstoff der Grund von seinen erregenden Wirkungen auf die Pflanze, die sich besonders in einer Beförderung ihrer Entwicklung zeigen.

§. 5.

Hales bewies die Ausdünstung der Pflanzen durch directe Versuche, doch nahm er auf die Luft, welche sie zugleich entwickeln könnten, keine Rücksicht, welche einige, ob gleich

gleich geringe Correction verursachen würde. Die Ausdünstung scheint sich nach den Blättern zu richten, der Kohl dünstete viel, ein Citronenbaum wenig aus. Eine Sonnenblume dünstete in 12 Stunden eines trockenen Tages so aus, daß die Flüssigkeit die Oberfläche $\frac{1}{87}$ Zoll hoch bedecken würden; für eine Kohlpflanze würde die Höhe $\frac{1}{87}$ Zoll seyn, für einen Weinstock $\frac{1}{91}$, für einen Apfelbaum $\frac{1}{64}$, für einen Citronenbaum $\frac{1}{47}$. Genaue Zahlen darf man indessen nicht erwarten. In trockenen Nächten betrug die Ausdünstung etwas, in feuchten Nächten, wo Thau fiel, nahm die Pflanze an Gewicht zu (Statiq. d. Veget. C. 1.). Schon Guettard fand, daß die Pflanzen im Sonnenlichte mehr ausdünsten als im Schatten, und daß hieran das Licht, nicht die Wärme Schuld sey (Mem. de l'Acad. d. Sc. 1745. p. 576). Senebier fand dasselbe (Phys. veg. 4. p. 58 folg.). Auch im Winter dünsteten die Pflanzen aus, doch wenig (Hales Exp. 16).

An einem Himbeerzweige bemerkte Senebier nur einen Unterschied von 18 Gran zwischen dem eingesogenen und ausgedünstetem Wasser (Ph. veg. 4. p. 58 folg.). Versuche dieser Art verstatten wegen der gezwungenen Lage, worin sich die Pflanzen befinden, keine Genauigkeit. Daß die Blätter durch Spaltöffnungen einsaugen, ist bereits erinnert.

§. 6.

Wie die Secretion, die Bereitung der Säfte in der Pflanze geschehe, davon wissen wir nichts.

nichts. Wir vermögen eine Möglichkeit einzusehen, wenn wir die Wirkung des Lebens indem es die Verbindungen der Bestandtheile in den festen Theilen enger und lockerer knüpft, und dadurch verschiedene Ziehkkräfte auf die enthaltenen Flüssigkeiten veranlaßt, erwägen. Aber dieses ist nur ferne Hypothese. Auch eine genaue Abhandlung von den Säften der Pflanzen kann noch nicht gegeben werden, da die Chemie hierin noch weit zurück ist. Die bisherigen Untersuchungen findet man in den Lehrbüchern der Chemie. Wie Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff in die Pflanzen kommen, läßt sich wohl begreifen, auch daß sie durch Vertheilung in mannichfaltigen Verhältnissen die verschiedenen Pflanzensäfte machen, aber schwerer ist es zu sagen, wie Erden, Metalloxyde und Alkalien in ihnen gebildet werden. Uebrigens muß man die bisherigen Eintheilungen der Pflanzensäfte in Schleim, Harz u. s. w. nur als Gattungen ansehen, denn eine Schleimart, obgleich von allen fremden Stoffen gereinigt, unterscheidet sich von der andern immer, wäre es auch nur durch den Geruch, so wie im Harz, ein Oehl von dem andern.

Wie der Saft in den Gefäßen beschaffen sey, wissen wir nicht, da wir ihn nicht von den übrigen Säften absondern können. Darf man annehmen, daß der im Frühling ausfließende Saft aus ihnen komme, so würde er nach Vauquelin's Versuchen *) schon eine beträchtliche

*) Scherers Journ. d. Chemie. B. 2. S. 260.

liche Aenderung erlitten und sich dem sauren Zustande genähert haben. Auch die Säfte im Baſte ſind ſchwer zu ſondern. In den Zellen des Parenchyms findet ſich nicht allein das Stärkmehl, und der Schleim in Körnern, ſondern auch alle ſchleimigen, zuckerartigen, extractiven, adſtringirenden, klebrigen (kleberartigen) Stoffe liegen daſelbſt. Nur an einigen Stellen iſt eine Deſoxydation vorgegangen, es iſt Oehl und grüner Harzſtoff entſtanden. Noch mehr aber ſind die Stoffe in den Saftbehältern deſoxydirt, wo die Baſame und Gummiharze verwahrt werden. Man dürfte alſo ſagen, daß beym Durchgange der Säfte durch die Zellen und bey der Aufbewahrung in denſelben, ſo lange die Theile in der ſtärkſten Vegetation ſtehen, eine unaufhörliche Deſoxydation Statt finde. Nur wo eine Schwächung geſchieht, bewirkt die äußere Luft eine Oxydation, wie in allen welkenden und reifenden Theilen.

Ich habe oben der kleinen Kryſtallen in den Wurzeln der *Oenothera biennis* gedacht. Nachdem ich mir eine gröſſere Menge davon verſchaft habe, finde ich die angegebenen Kennzeichen beſtätigt, nur ſehe ich, daß Salpeterſäure allein das wahre Auflöſungsmittel derſelben iſt; ſogar ſtarke Schwefelſäure viel weniger darauf wirke. Ich vergleiche ſie alſo mit den Kryſtallen, welche Nicholſon aus dem Indigo erhielt *).

Nach-

*) Scherer's Journ. d. Chem. B. 5. S. 399.

Nachdem ich mir auch mehr Asche von Hollundermark verschafft habe, finde ich auſſer kohlenſauren Kalk ſchwefelſauren darin, und eine wiewohl undeutliche Spur von phosphorſaurem Kalk.

Was von der Secretion geſagt iſt, gilt auch von den Excretionen an der Oberfläche der Pflanze. Zuweilen ſind ſie bloß Waſſer, meiſtens ſehr deſoxydirte Stoffe, nur in einem ſeltenen Falle, wie bey den Kichern, eine Säure.

§. 7.

Das Licht wirkt auf die Pflanzen äufſerſt wohlthätig; es ſcheint den tonus der Membran zu vermehren. Daher gehen im Lichte alle Deſoxydationen in einem höhern Grade vor ſich, die Blätter werden grün, die Blumen bekommen ſchönere Farben, die wohlriechenden Oehle und Harze nehmen zu. Im Dunkeln wird alles bläſſer, geruchloſer, kraftloſer.

Aber das Licht bringt die grüne Farbe nicht unmittelbar durch eine Entwicklung des Sauerſtoffs hervor, wie man ſonſt glaubte. Es giebt grüne Pflanzentheile mit dem gewöhnlichen grünen Farbeſtoffe gefüllt, welche im Innern der Pflanzen, vor dem Lichte ganz verſchloſſen liegen, z. B. die innere Rinde, das äußere Mark und die Cotyledonen mancher Pflanzen. Es iſt oben erwähnt, daß der Sauerſtoff, welchen die grünen Theile un-

unter Wasser geben, aus der dem Wasser beygemengten Luft komme. Junge Blätter, in der Dunkelheit erzogen, sind weifs, aber wenn sie gröfser und stärker werden, färben sie sich in derielben Dunkelheit grünlich. Ich schlofs im Duukeln erzogene weifse Blätter der Zipollen und Peterfilie nebst etwas destillirtem ungekochten Wasser in Gefäfsse ein, welche mit Wasserstoffgas und Sauerstoffgas gefüllt wurden, und fand, dafs sie in diesem eben so schnell grünlich wurden, als in jenem, in beiden aber viel später, als an der freyen Luft. Im Dunkeln wirkte Wasserstoffgas eben so wenig.

So wie das Licht stärkt, so kann es auch die Lebensthätigkeit erschöpfen; es wirkt zerstörend, auf junge, zarte Pflanzen, reift Früchte, und zerstört die Farben der Blumen.

Die Lichtentwicklung einiger Blumen ist, wie Saussure mit Recht sagt, eine nur von zwey Beobachtern wahrgenommene Erscheinung. Einer war noch dazu ein junges Mädchen. Indessen hat doch neuerlich H. v. Spüts dergleichen bemerkt *).

Die Wärme wirkt auf den Verlängerungstrieb der Pflanze, ohne den tonus zu vermehren. In heifsen Gewächshäusern schiefsen die Pflanzen lange Schossen, aber diese sind schwach, ohne Farbe und Geruch, so lange ihnen das Licht mangelt. Die Pflanzen kalter Gegenden sind im Ganzen klein, zwischen den Wendezirkeln erlangen sie eine ansehnliche Gröfse. Wir können hieraus abnehmen, wie die Wärme
auch

*) Trommsd. Journ. f. Pharmac. B. 8. St. 2. S. 54.

auch auf den thierischen Körper wirken mag. Sie vermehrt eine Thätigkeit und mindert die andere. Die Kälte hingegen, indem sie den Vergrößerungstrieb schwächt, schadet weder dem tonus, noch dem Blüthentriebe, und reizt auf eine entgegengesetzte Art.

John Hunter und Schöpfung wollten den Pflanzen eine eigenthümliche Wärme zuschreiben. Ihre Gründe sind wahrlich nicht von Bedeutung und von Senebier (Ph. veg. 3. p. 314) sehr gut widerlegt worden. Bestimmte Versuche, welche allerdings auf eine solche eigenthümliche Wärme hindeuten, hat Solonni angestellt *). Sie zeigen einen Unterschied zwischen der Wärme der Luft und der Wärme im Innern eines Baumes. Wo aber wird man einen so zusammengefügten, mit Feuchtigkeit durchzogenen, wegen der engen Röhren nicht gefrierenden Körper treffen, welcher die Temperatur der Luft hätte. Von der Wärmeentwicklung in der Blüthenscheide von *Arum italicum* ist schon geredet worden.

Die Kälte schadet der Pflanze nicht, weil ihre Flüssigkeiten frieren, sondern weil sie auf die Lebensthätigkeit wirkt. Viele Pflanzen erfrieren, wenn das Thermometer noch einige Grade über dem Gefrierpunkte ist. Jede plötzliche Aenderung der Reitze schadet, daher sterben die Pflanzen leichter vom Frost, wenn sie stark getrieben haben, in vollem Saft stehen, oder wenn eine starke Wärme vorhergegangen ist.

*) Annal. d. Chemie n. 119. A. 10, Scherers Journ. B. 9. S. 686.

ist. Jeder entgegengesetzte Reitz wirkt desto heftiger und desto erschöpfender, jemehr der organische Körper an den andern gewöhnt war.

§. 8.

Die Divergenz der Gefäße oder des Bastes, welche die Veranlassung neuer Theile ist, wird besonders durch reichliche Nahrung verursacht. Sie ist, gleich der Richtung des Stammes und der Zweige, für jede Art besonders bestimmt, und der Trieb dahin gehört zu den mannichfaltigen Bildungstrieben der Pflanzen. Durch ihn bahnt sich die Natur, so zu sagen, den Weg zu ganz neuen Bildungen.

Reproduction scheint die Pflanze nirgends zu besitzen, da, wo es den Schein hat, als bey der Füllung der Wunden im Holze, ist wohl mehr das alte Holz und dessen Vergrößerung an dem Ersatze Schuld. Desto mehr aber hat sie Neigung zu ganz neuen Bildungen, und jede Gemme kann als der Keim einer neuen Pflanze angesehen werden. Das Parenchym wächst in einer andern Richtung fort, die Gefäßbündel oder der Bast theilen, verknüpfen, durchflechten sich, und treten dann in der vorigen Ordnung als neue Bildung hervor. Es wird nicht bloß ein neuer Stamm erzeugt, es kommt nur auf den Boden an, und die Gemme wird Wurzeln treiben. Aber noch ist alles in ihr wie in der mütterlichen Pflanze bestimmt, alle die individuellen Modificationen des Triebes behält die neue Zeugung, auch wenn man sie von der Mutter trennt. Ueberfluß

fluß an Nahrung befördert diese neuen Bildungen. Wie das junge Thier durch den Dotter, der Embryo durch die Samenblätter ernährt wird, so nährt das Blatt den jungen Ast, als eine besondere Pflanze in seinem Winkel. Ja es hat selbst eine Neigung, sich als besonderes Gewächs zu isoliren und astartig zu werden, auch geht oft vor ihm ein Nebenblatt her. Sonst übernimmt der Wurzelstock das Geschäft der Amme. Die vom Blatte genährte Knospe unserer Obstbäume blüht schneller, als der aus dem Stamme unvorbereitet entsprossene Ast; der mütterlich behandelte Sprössling ist vollkommen.

Endlich schießt die Pflanze auf und eilt durch eine Reihe von solchen Gemmenbildungen zur Zeugung und zur Frucht. Ganz verschieden ist dieser Trieb, und oft den vorigen entgegengesetzt. Verminderte Nahrung beschleunigt ihn oft; man sieht abgeschnittene, in die Erde gesetzte Zweige eher blühen, als der Mutterstamm, und nie hemmt ihn auch die kümmerlichste Nahrung. Eine Hyacinthe, die im Wasser Blüthenknospen und Blätter und Wurzel getrieben, wurde der Wurzeln beraubt, getrocknet, und nun nach mehreren Tagen wieder in Wasser gesetzt. Die Blüthen neigten und entwickelten sich, aber der Schaft blieb klein, die Blätter welkten, und nur allein die Blüthe hielt sich, um ihren Zweck zu erfüllen. Allen andern Trieben scheint der Zeugungstrieb entgegengesetzt, da er alle andere mindert, und endlich mit sich zerstört.

Die

Die Richtungen des Triebes überhaupt nach diesen oder jenen Theilen, nach dieser oder jener Aeufserung, ist in den verschiedenen Arten verschieden bestimmt, wird aber zuweilen durch äufsere Umstände, die wir noch nicht ganz genau kennen, verändert, und dieses kann zum erblichen Schlage werden. Man sollte glauben, an manchen Pflanzen sey eine solche Aenderung feste Bestimmung geworden, z. B. die Richtung des Triebes nach den Blättern in den Palmen. Sehr oft hat die Richtung des Triebes nach einem Theile in zu grosser Masse eine Verkümmern der übrigen zur Folge, und das Gleichgewicht aller Aeufserungen des Triebes macht die Vollkommenheit der Pflanze aus.

Keinesweges wirkt der Bildungstrieb, wie ihn treffend Blumenbach *) nennt, immer im Flüssigen. Er fängt im Embryo mit dem Parenchym an; es ist eine Gemme ganz aus Parenchym gebildet, vielleicht darf man die Flüssigkeit selbst ein zartes Parenchym nennen. Nun entspringen an bestimmten Stellen, wie im künftigen Stamme Gefässe und Bast. Aber sie entspringen für sich, nicht im Zusammenhange mit der Mutter, und dadurch erhält der Embryo, seinen besondern, eigenthümlichen Cha-

*) Er verdient den Dank der Naturforscher, dass er uns von dem Evolutionsystem befreite, einem System, welches, gleich allen, der Naturforschung schadet, und seine schädlichen Einflüsse noch jüngst auf einen unserer besten Beobachter, Vaucher, geäussert hat.

Character, er pflanzt die Art nicht das Individuum fort.

Die Wirkungen der Reitze auf die verschiedenen Lebensäußerungen sind noch nicht erforscht. Von Licht, Wärme und Sauerstoffgas ist etwas oben gesagt. Electricität und Galvanismus scheinen nicht viel auszurichten. Scharfe Stoffe tödten die Pflanze doch viel langsamer, als Thiere, narkotische wirken wenig darauf, auch Arsenik. Insectenstiche vermehren oder schwächen die Thätigkeit der Gefäße in einem auffallenden Grade, und bringen dadurch manche sonderbare Wirkungen hervor. Die Gallwespen und Schlupfwespen vermehren sie, die Blattläuse mindern sie, vermehren aber die Reitzbarkeit des Ganzen und machen Krampf. In großer Menge sind die parasitischen Pflanzen offenbar schädlich, besonders wirken die Uredines fast wie Blattläuse. Ueberhaupt aber zeigt sich die Pflanze auch hier als ein zusammengesetztes organisches Wesen; der Reitz verbreitet sich nicht weit, und die Zerstörung einzelner Theile hat auf das Ganze keinen oder nur langsamen Einfluss. Hier ist noch ein großes Feld für Versuche übrig, Versuche, die nur frey von allen Hypothesen und physiologischen Theoremen anzustellen sind.

Drittes Kapitel.

Die Pflanze in Vergleichung mit andern Naturproducten.

§. 1.

Wenn wir die Pflanze im Allgemeinen betrachten, so dürfen wir nicht auf einen Zweck zurückgehen, welchen sich die Natur bey ihrer Bildung überhaupt vorgesetzt habe, oder bey einer jeden zu erreichen strebe. Wir müssen vielmehr die Pflanzen und ihre Mannichfaltigkeit als ein Gegebenes ansehen, und die Gesetze derselben zu ergründen suchen. Dieses ist schwerer, als jenes; dort werden die Verschiedenheiten einseitig in ein System gezwungen, hier vielseitig zu einer Uebersicht zusammengestellt. Dort bringen wir das Zweckmäßige des menschlichen Geistes bey seiner Beurtheilung als Princip in die Natur, ohne dieses kühne Verfahren auf irgend eine Weise gerechtfertigt zu haben; hier lernen wir der Natur ihre Gesetze ab.

Die Mannichfaltigkeit unter den Thieren wird dadurch zum Theil bestimmt, daß einzelne Theile, oder ganze Systeme von Theilen, welche die vollkommenen Thiere besitzen, den unvollkommenen fehlen. So nehmen die Organe der Fortbewegung mehr und mehr in den Amphibien, den Fischen und Würmern ab, bis sie endlich ganz aufhören. So wird das System der zum Blutumlauf und zum Athemhohlen gehörigen Theile immer einfacher, bis man endlich gar keine Spur mehr davon antrifft. Dafür verlängern oder vermehren sich, gleichsam zum Ersatz, andere einfachere gebauete Theile; die Riesenschlange wächst zu einer ungeheuren Grösse; der Tausendfuß bewegt sich auf einigen Hunderten von Füßen. Eben so die Pflanzen. Die Blätter werden kleiner in den Moosen, und fehlen den unvollkommenen Pflanzen; die Wurzeln sind ebenfalls nur haarförmig in den Moosen und in den unvollkommenen Pflanzen gar nicht vorhanden; die Blüthe wird immer einfacher und in den unvollkommenen Pflanzen findet man nur Früchte und Samen; das ganze System der Spiralgefäße hört endlich ganz auf. Sogar der Stamm verschwindet endlich völlig. Dafür werden manche einzelne Theile ungemein ausgebildet, z. B. die Blätter in den Farnkräutern, bey einer grossen Unvollkommenheit der Blüthe, die Verästelung in mehreren Wasseralgen, und Persoon hat sehr Recht, wenn er die Pilze als ein abgesondertes, einzelnes Fruchtbehältniß darstellt, dem nur in einigen Fällen

len von dem vorigen Stamme ein flockiges Gewebe übrig bleibt. Man muß keinen Pilz betrachtet, seine Aehnlichkeit mit den Lichenen nicht eingesehen haben, wenn man ihn zu den Phytozoen rechnen will. Auf eine ähnliche Weise läßt sich das flockige Gewebe in den unvollkommenen Pflanzen, als eine Anhäufung von getrennten, vergrößerten, und ausgebildeten Zellengängen betrachten. Die Abnahme der Theile geschieht so deutlich und so stufenweise in den Pflanzen, daß endlich nur ein Haufen von runden, durchsichtigen Körnern überbleibt, welche Samen oder sehr einfache Samenbehälter scheinen, denn bloße Samen mit einem einfachen Embryo können sie nicht seyn, weil sonst keine Vermehrung der Pflanze möglich wäre. Uredo und Aecidium stehen auf der untersten Stufe der Vegetation.

§. 2.

Für jeden Theil der zusammengesetzten Pflanzen läßt sich eine Reihe von Verschiedenheiten angeben, welche von der einfachen zu der zusammengesetzten Form übergeht. Ich habe oben eine solche Reihe für die Bildung des Blattes aus den Holzbündeln des Stammes angeführt. Es würde nicht schwer seyn, mehrere Reihen für verschiedene Glieder und auch für verschiedene Beziehungen derselben festzusetzen. Aber diese Stufen finden sich auf eine mannichfaltige Weise in den verschiedenen Arten zerstreut

streut und verknüpft. Das Gesetz der Mannichfaltigkeit ist hier: indem ein Theil auf derselben Stufe der Ausbildung stehen bleibt, durchlaufen die andern damit verknüpften Theile, die ganze Reihe von Ausbildungen. Alle natürlichen Ordnungen geben uns davon ein Beyspiel: die Hülse bleibt dieselbe in den Leguminosis aber die Blattform läuft von dem grasartigen Blatte des *Lathyrus* *Nissolia* bis zum mehrfach zusammengesetzten mancher Mimosen fort, die Blüthe geht von der blumenlosen der *Ceratonia*, der regelmässigen der *Cadia*, bis zur schmetterlingsförmigen über. Eben so bleibt in den Syngenesiten die Blüthe einerley, das Blatt macht eine Reihe von dem grasartigen des *Tragopon* bis zum zusammengesetzten der *Hippia* u. s. w. Man entdeckt noch immerfort Pflanzen, welche hier die Lücken ausfüllen, und das Gesetz, indem man die Theile immer feiner abtheilt, erstreckt sich bis auf die geringsten Verschiedenheiten.

Diesem Gesetze der Mannichfaltigkeit steht das Gesetz der Einheit entgegen. Nicht allein sind Theile auf derselben Stufe der Ausbildung häufiger verknüpft, sondern einer wirkt auch auf den andern und zieht ihn zu derselben Stufe der Ausbildung hinauf oder hinab. Viele natürliche Ordnungen die Gräser, die Leguminosae, die Umbellatae beweisen die erstere Behauptung, für die zweite finden wir auch Bestätigungen genug. Das Palmblatt gleicht dem ausgebildeten zusammen-

mengesetzten Blatte der Dicotyledonen, aber es entsteht doch, wie oben gezeigt wurde, aus dem einfachen Blatte; die Orchideen zeigen ein Bestreben die lippenförmige und schmetterlingsförmige Blume zu bilden, aber sie gelangt nicht zu ihrer Stufe; das grasartige Blatt von *Lathyrus Nissolia* hat noch nicht völlig die Structur eines Grasblattes. Ich will nicht die Beyspiele häufen, sie werden einem unbefangenen Beobachter sich von selbst darbieten.

Was uns hier die äußere Form zeigt, führt auf eine innere Mannichfaltigkeit und Verknüpfung der Triebe, deren Folge die Form ist. Es ist wahrscheinlich, daß sich diese Gesetze auf alle Lebensäußerungen erstrecken. Für die verschiedenen Lebenskräfte in den Thieren liesse es sich leicht darthun. Ja wie vertheilt und verknüpft sind nicht die Seelenkräfte des Menschen.

Dürfen wir uns eine Aussicht erlauben, so wäre sie zu einer fortschreitenden Ausbildung der Natur. Wir sehen sie auf den verschiedenen Stufen; sie zeigt uns die Geschichte der Individuen. Es giebt eine untergegangene Schöpfung; wir finden sie unter den Versteinerungen; dort bemerken wir Farnkräuter und Monocotyledonen in Menge, riesenmäßige Faulthiere und *Rhinoceros*, keine Affen und keine Menschen.

§. 3.

Wer die Uebergänge von einem Wesen zum andern in der Natur läugnet, hat sie nicht mit freyem Blicke betrachtet. Sie läßt sich nicht in unsern systematischen Eintheilungen zwingen, rufen alle ächte Naturforscher einstimmig. Wahrlich die Natur ist kein Gedanke eines Geistes, wie der unsrige, der dichotomisch trennt und verknüpft, in der Logik, in den Categorien, in der Bestimmung von Object und Subject, kurz in jeder Differenz und Indifferenz. Allem diesem kann sie nur mit dem größten Zwange unterworfen werden.

Von dem todten Körper steigen die Wirkungen immer aufwärts bis dahin, wo wir sie nur ahnen, nicht mehr erreichen können. Die todte Materie wirkt anziehend und zurückstossend nach allen Richtungen und zu allen Zeiten. Es tritt nun das Gebiet der Verwandtschaften ein, wo der einzelne Theil mit Wahl bestimmt einen andern anzieht und abstößt. Es befindet sich an der Grenze zwischen dem vorigen und dem folgenden, dort herrschend, hier dienend. Dann folgt das Reich der Triebe, wo nicht mehr der einzelne Theil, sondern mehrere vereinigt zu einer Tendenz hinwirken. Die neue Vereinigung mehrerer Triebe nach einer Tendenz, ihre wiederholte Zusammensetzung läßt uns Blicke ins Unendliche thun, und zugleich hoffen, daß wir noch viele Schritte
wei-

weiter in der Zerlegung und Zusammenstellung dieser Triebe gehen können. Die Pflanze befindet sich in dem Reiche der Triebe; alle Gefäße und Zellen müssen sich nach der Verticallinie richten, nach dem Lichte drehen, und auf eine sehr zusammengesetzte Weise nach dem Punkte hinwirken, wo der junge Embryo entsteht.

§. 4.

Dadurch unterscheidet sich nun die Pflanze von dem unorganischen Körper, daß sie nicht bloß der allgemeinen Anziehung und der Verwandtschaft gehört, sondern auch von Trieben geleitet wird. Es ist möglich, daß sich Efflorescenze von innen entwickeln, indem eine Flüssigkeit durch sie hinströmt; es ist möglich, daß manche Pilze und Wasseralgen nicht aus dem Samen oder durch zerstreute Gemmen gebildet wurden, dessen ungeachtet sind sie organische Körper. Alles wächst und strebt an dem Schimmel nach dem Augenblicke hin, wo die gestielte Kugel platzt, ihren Staub verstreut und verschwindet. So wirft der Agaricus kurz vor dem Tode seinen Staub aus, und das höchst unvollkommene Stilbum erwartet den Augenblick, wo das Köpfchen sich verdunkelt und abfällt. Ob alle Pilze dahin gehören, weiß ich nicht; an den meisten findet man jene Vegetationsperiode, und eine Richtung mehrerer Thätigkeiten nach einem Zwecke.

§. 5.

§. 5.

Wollen wir die Pflanzen von den Thieren durch einen Character unterscheiden, der allen Körpern gemein ist, so muß es durch die Bewegung geschehen. Durch sie, indem sie uns die Wirkung des Triebes offenbarte, bestimmten wir den Character des organischen Körpers überhaupt, und auf eine ähnliche Weise müssen wir zu den Thieren fortgehen. Nirgends finden wir im Pflanzenreiche jene freyern Bewegungen, welche wir auch wohl willkührliche zu nennen pflegen. Die Pflanze ist auf eine einzige bestimmte Richtung in allen ihren Theilen eingeschränkt, die sie immer anzunehmen trachtet. In den schnellern Bewegungen durch Reitz, zieht sie sich nach einer gewissen Richtung zusammen. Das Spiel der Blätter an *Hedysarum gyrans* und der Fäden an den *Oscillatorien* geschieht nach einer gewissen Regel. Man halte die Wurzel auf, indem sie abwärts wächst, den Stamm, indem er sich nach dem Lichte dreht, und er wird bloß durch die Verlängerung in seinem ganzen Verlaufe mechanisch über den Widerstand weg kommen. Aber selbst die Muschel hat die Macht, ihren Fuß in der ganzen Sphäre umher auszustrecken, und unter unzähligen Richtungen eine zu wählen. Das Infusionsthierchen, indem es auf einen Widerstand trifft, wendet sich nach allen andern Richtungen der ganzen Sphäre. Kurz die Richtung der Bewegung ist hier für keinen

nen Radius der Sphäre bestimmt, worin sie geschieht.

Unbestimmt ist schon der Radius der Sphäre für die Bewegung des Wurmes, unbestimmt und frey die Richtung des menschlichen Geistes in der unendlichen Sphäre seines Strebens.

Wegen Abwesenheit des Verfassers vom Druck-
orte sind folgende Druckfehler entstanden.

- | | | | | | | |
|----|-----|----|----|-----------|---------------|-----------------------|
| S. | 22 | Z. | 6 | von oben | l. männlichen | st. nämlich. |
| — | 24 | — | 10 | — — — | Nostoc | st. Nostos. |
| — | 28 | — | 11 | von unten | zoefäure | st. zorfäure. |
| — | 32 | — | 3 | — — — | Annal. | st. Aural. |
| — | 56 | — | 12 | — — — | viridifolia | st. viridiflora |
| — | 64 | — | 14 | von oben | eben so. | |
| — | 82 | — | 9 | — — — | trina | st. torina. |
| — | 83 | — | 15 | — — — | seihen | st. suchen. |
| — | 101 | — | 2 | — — — | Luft | st. Lut. |
| — | 102 | — | 8 | von unten | Erweiterungen | st. Erweite-
rung. |
| — | 114 | — | 6 | von oben | ihn | st. ihm. |
| — | 144 | — | 14 | von unten | viride | st. viridi. |
| — | 175 | — | 13 | von oben | Stramonium | st. Stramoneum. |
| — | 256 | — | 12 | — — — | Zweige | st. Zwinge. |
| — | 259 | — | 21 | — — — | Parie | st. Peri. |

Unbedeutendere Fehler wird der Leser gütigst
übersehen.

Link, Heinrich Friedrich,

Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen

Göttingen 1807

Phyt. 350

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10477167-2